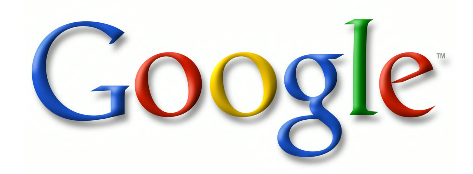
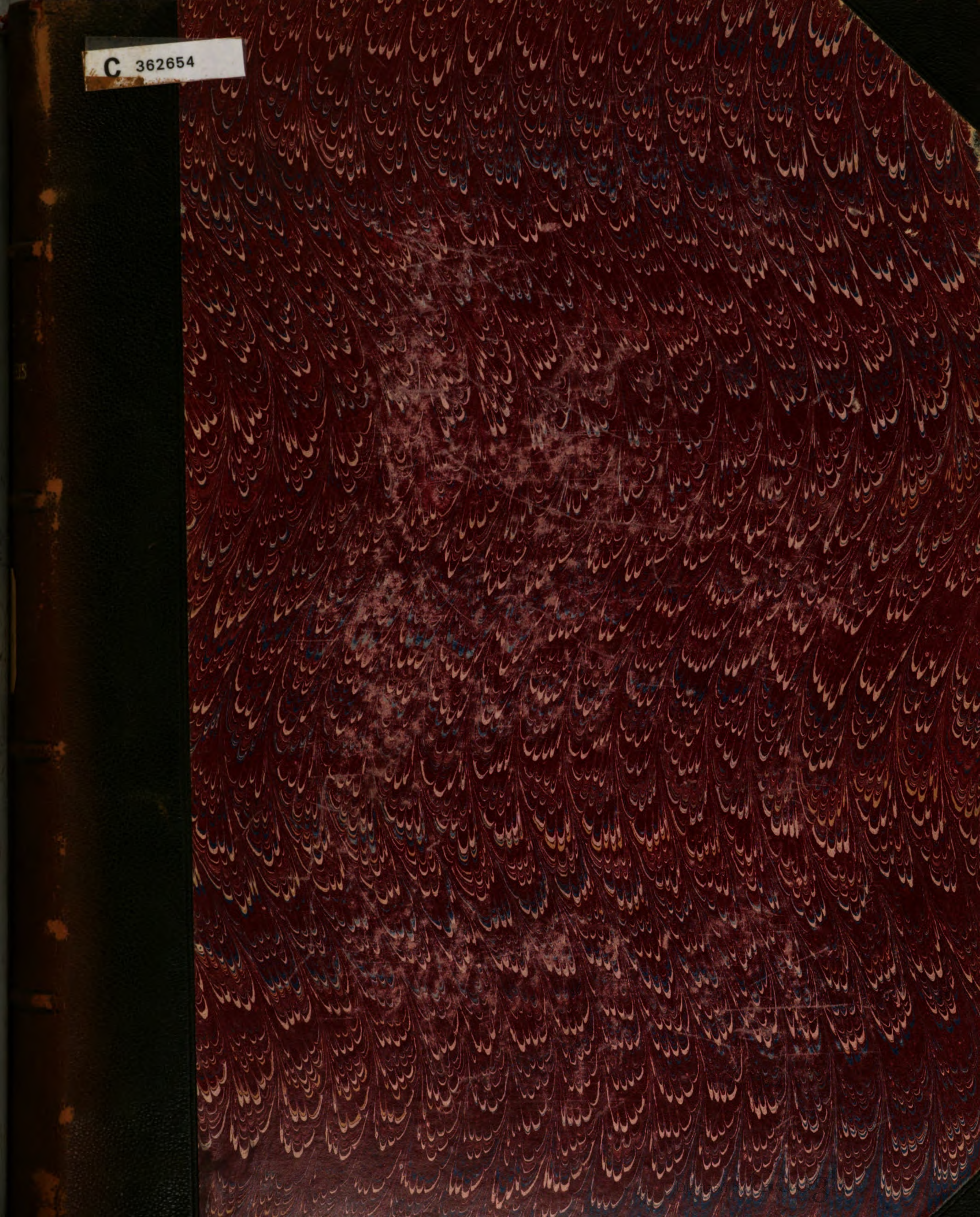
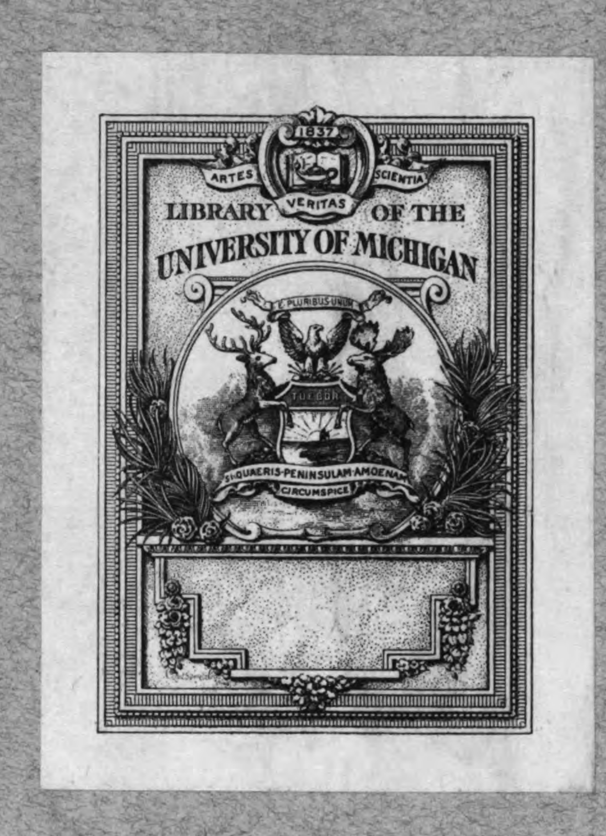
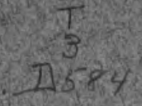







1837
ARTES
VERITAS
SCIENTIA
LIBRARY OF THE
UNIVERSITY OF MICHIGAN
E PLURIBUS UNUM
TUEBOR
SI QUAERIS PENINSULAM AMOENAM
CIRCUMSPICE





DINGLERS

POLYTECHNISCHES JOURNAL

Herausgegeben von Professor W. Pickersgill in Stuttgart.

Einundachtzigster Jahrgang. 1900.

Band 315.

MIT 1483 IN DEN TEXT GEDRUCKTEN ABBILDUNGEN.



STUTTGART.
ARNOLD BERGSTRÄSSER VERLAGSBUCHHANDLUNG
A. KRÖNER.



Druck der Union Deutsche Verlagsgesellschaft in Stuttgart.

DINGLERS POLYTECHNISCHES JOURNAL.

81. Jahrg., Bd. 315, Heft 1. Stuttgart, 5. Januar 1900.

Jährlich 52 Hefte in Quart. **Abonnementspreis** vierteljährlich 6 M., direkt franko unter Kreuzband für Deutschland und Oesterreich 6 M. 65 Pf., für das Ausland 7 M. 30 Pf. Redaktionelle Sendungen und Mitteilungen bittet man zu richten: An die Redaktion von „Dinglers Polytechn. Journal" in Stuttgart, die Expedition betreffende Schreiben an Arnold Bergsträsser Verlagsbuchhandlung (A. Kröner) Stuttgart.



Der Norddeutsche Lloyd und sein Doppelschraubenschnelldampfer „Kaiser Wilhelm der Grosse".

Der Begriff deutscher Handels- und Seemacht vergangener Zeiten ist für uns Deutsche unaustilgbar verknüpft mit dem Begriff der „Hansa" (Bund, Genossenschaft), der in der Zeit ihrer Blüte 81 freie deutsche Reichsstädte angehörten, und deren Schiffe die Meere beherrschten als Wahrzeichen der Bedeutung des deutschen Kaufmanns und des deutschen Gewerbes, gebietend den auswärtigen Mächten, furchtbar den Hyänen des Meeres, den Kaper- und Seeräuberschiffen.

Als durch die Folgen des 30jährigen Krieges Deutschland gänzlich verarmt daniederlag, während sich das Ausland auf seine Kosten hob, da retteten auch die führenden Städte der deutschen „Hansa" — zur Zeit des westfälischen Friedens eigentlich nur noch die drei Städte Lübeck, Hamburg und Bremen umfassend — mit Not nur wenige Bruchstücke des alten Ansehens und der alten Herrlichkeit, so z. B. Hamburgs Kaufleute in London das Recht auf den Stahlhof, der erst 1852 verkauft wurde; die meisten grossen Handelsvorrechte aber wurden der „Hansa" genommen und englischen Gesellschaften übertragen, namentlich auch diejenigen bezüglich des Wollmarktes, der für England so grosse Bedeutung erhielt, dass heute noch der Sprecher des Oberhauses seinen Sitz auf dem „Wollsack" hat.

Für Deutschland war es — abgesehen von einigen kühnen Bestrebungen des Grossen Kurfürsten zur Schaffung einer Flotte — bis in die Mitte dieses Jahrhunderts eine Zeit, in welcher es schien, als ob Deutschland seine Glanzzeit als Seemacht mit dem Versinken der „Hansa"-Macht hinter sich habe.

Aber jene furchtbaren Schicksalsschläge, welche die Umwälzungen vor 100 Jahren, die in Frankreich ihren Anfang nahmen, über Europa brachten, und unter denen namentlich Deutschland schwer zu leiden hatte, riefen gerade durch ihre Schwere ein Erstarken des in seinem Kern gesunden Volksbewusstseins hervor, welches in den Jahren 1806 bis 1812 unter den Bemühungen der hochgesinntesten Männer aus allen Schichten unseres deutschen Vaterlandes zu einer solchen Begeisterung und Stärke entfacht war, dass es sich schliesslich auch gegen den Willen von Fürsten gewaltsam Bahn brechen musste.

Auch in den drei Hansestädten regte es sich; vergeblich bis in unsere Tage blieb das Bemühen Lübecks, welches einst berufen war 200 Jahre hindurch die Geschäfte der mächtigen „Hansa" mit Geschick und Umsicht zu leiten; Hamburg schwang sich trotz heftiger Verluste und Unglücksfälle zum mächtigsten Handelsplatz Deutschlands empor; von Bremen wurde auf Veranlassung des Bürgermeisters *Smit* 1827 bis 1830 Bremerhaven als Seehafen Bremens gegründet.

Im Jahre 1848, dem Jahre des Völkerfrühlings, in welchem Jahre überall in Deutschland die Wogen hoch gingen, indem sogar eine deutsche Volksvertretung die Schaffung einer deutschen Flotte beschloss, bildeten sich in Bremen vier Reedereien, die den Handelsverkehr mit Amerika ins Auge fassten, und denselben mit grösserem oder geringerem Glück bis zum Jahre 1856 jede für sich aufrecht hielten.

Im Jahre 1856 vereinigten sich diese vier Reedereien zu einer Gesellschaft unter Hinzutritt grösserer Geldkräfte und gründeten den *Norddeutschen Lloyd,* unter dem Vorsitz von *H. H. Meier.*

Sofort wurden vier neue eiserne Dampfboote bei *Caird* in Greenock bestellt, *„Bremen"*, *„New York"*, *„Hudson"* und *„Weser"*, die im Jahre 1858 dem Verkehr übergeben wurden. Viel Unglück verfolgte anfangs das junge Unternehmen; 1859 verbrannte der *„Hudson"*, die *„Weser"* verlor auf der zweiten Reise den Propeller und wurde auf der dritten derart wrack, dass sie gänzlich aus dem Verkehr gezogen werden musste, die *„Bremen"* wurde infolge eines Zusammenstosses untauglich und im Jahre 1860 besass die Gesellschaft nur noch die *„New York"* als einziges seetüchtiges, der Zeitforderung entsprechendes Schiff. Unterdessen hatte die Gesellschaft unter ihrer umsichtigen und mutvollen Leitung 1859 Southampton als englischen Anlaufhafen gewählt und war mit einem Teil der zu befördernden Post betraut worden. Für die erlittenen Verluste wurden unbeirrt sofort Ersatzbauten in England in Auftrag gegeben.

1862 lief die *„Hansa"* von Stapel und 1863 die *„Amerika"*. Für letzteres Schiff hatte *Krupp* eine Gussstahlwelle geliefert — ein zu jener Zeit fast noch unbekanntes Material —, welche auf der Ausstellung zu London 1862 die Bewunderung aller sachverständigen Besucher erregte.

Die *„Amerika"* erhielt Compoundmaschinen von 2000 PS_i und brauchte zur Reise von Southampton nach New York 10 Tage 9 Stunden und 30 Minuten.

Dieses Schiff und sein Schwesterschiff, die *„Hansa"*, waren die ersten deutschen Packetdampfboote mit Oberflächenkondensation.

Zu der Flotte traten bald die Schiffe *„Hermann"*, *„Deutschland"* und *„Union"* hinzu, alle auf der *Caird*schen Werfte in Greenock erbaut, und im Jahre 1866 wurde die Anordnung getroffen, dass der Verkehr zwischen Bremen und New York wöchentlich und nur von Dampfern besorgt werden sollte. Zu jener Zeit besass die Gesellschaft 14 Dampfboote.

An Dividenden konnten 1865 erstmals über $2\frac{1}{2}$ % gezahlt werden, dann folgten Jahre mit 15 bis 20 % und 1868 wurden 10 % gezahlt; über das fernere Gedeihen und die Entwickelung gibt das Diagramm, sowie die I. Zusammenstellung der Leistung der Flotte des *Lloyd* am besten einen Aufschluss.

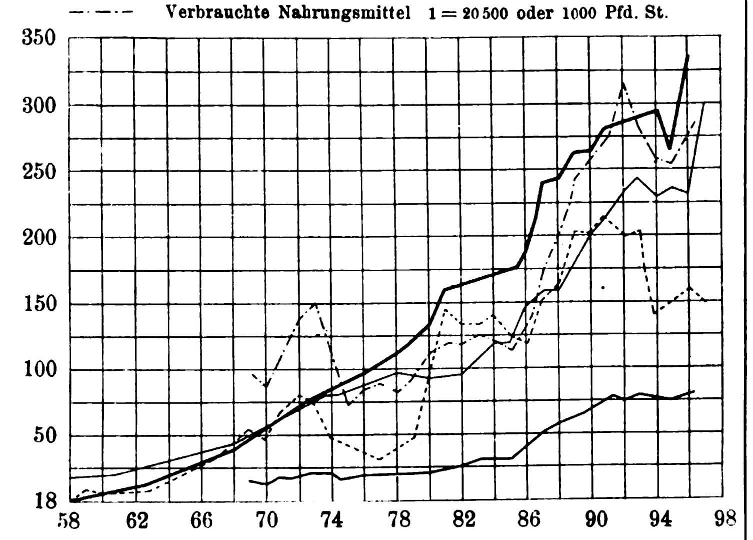
1868 wurde eine Linie unmittelbar nach New York eingerichtet. 1869 eine solche nach New Orleans, 1870 nach Westindien und 1871 nach Brasilien, damit war das bisherige Fahrgebiet — der Nordatlantische Ozean — überschritten. Der Dienst nach Südamerika trennte sich 1875 wieder in die Zweige Montevideo, Buenos Ayres und Bahia, Rio de Janeiro, Santos.

Trotz des Krieges und der ihm folgenden Handelskrisis stellte der *Norddeutsche Lloyd* von 1871 bis 1878 14 neue Packetboote in Dienst, von denen die Boote *„Feldmarschall Moltke"* und *„Minister Roon"* 1875 wegen zeit-

weiliger Unverwendbarkeit, obgleich erst 2 Jahre alt, mit einem Verlust von 1180000 M. an die englische *P. und O.-Gesellschaft* verkauft wurden.

Im Jahre 1880 zählte die Flotte des *Lloyd* nicht weniger als 26 transatlantische Packetboote.

Dieses Jahr bedeutet einen Markstein in der Entwickelung der Gesellschaft.



I. Zusammenstellung der Leistung der Flotte des *Lloyd*.

Jahr	Tonnengehalt der Flotte	Beförderte Fahrgäste	Gefahrene Seemeilen	Kohlenverbrauch	Verbrauchte Nahrungsmitteln
				t	M.
1858	15 255	1 833	28 520	—	—
1863	21 118	9 714	149 730	—	—
1868	44 096	41 926	385 020	—	—
1873	75 949	71 041	1 063 568	229 512	3 102 675
1878	93 077	36 209	1 087 226	208 191	2 716 250
1880	89 484	95 714	1 318 272	229 969	2 294 360
1885	117 839	124 614	1 691 342	315 697	2 330 850
1890	201 313	201 559	2 630 476	675 773	5 294 125
1892	230 567	203 408	2 840 824	760 066	6 459 550
1895	233 156	148 525	2 627 263	719 666	5 178 300
1896	229 956	160 146	3 253 331	796 968	5 640 575
1897	298 311	150 000	—	—	—

Die englischen Gesellschaften *Cunard*, *White Star* und *Guion* hatten den Wettbewerb aufgenommen und Schiffe wie *„Brittanic"*, *„Servia"*, *„Aurania"*, *„Alaska"* und andere mehr durchliefen den Ozean mit Geschwindigkeiten von 13 bis 14 Knoten (24 bis 26 km). Der *Norddeutsche Lloyd* unter Leitung seines Direktors *J. G. Lohmann* bestellte nun 1880 bei *Elder und Co.* auf der *Fairfield-Werft Glasgow* sein erstes *Schnellschiff* die *„Elbe"*, welches 1881 in Dienst gestellt wurde und die „neue Aera" eröffnete, und zwar mit 16 Knoten = 29,65 km Geschwindigkeit.

Die Abmessungen betrugen: Länge 128 m, Breite 13,7 m, Tiefe im Raum 10,67 m, Tiefgang 7,32 m bei einer Verdrängung von 4500 t. Die Maschinen nach der 3-Cylinder-Verbundgattung leisteten 5600 PS_i und verliehen dem Schiff die Durchschnittsgeschwindigkeit von 16 Knoten. Die Fahrtdauer zwischen Southampton und New York betrug durchschnittlich: hin 8 Tage 12 Stunden 50 Minuten, her 8 Tage 9 Stunden 10 Minuten. Fahrgäste konnte es 1218 befördern bei einer Besatzungsstärke von 168 Mann.

Nach 14jährigem Dienst ging es bekanntlich am 31. Januar 1895 an der Wesermündung zu Grunde infolge des Zusammenstosses mit dem kleinen englischen Dampfboot *„Crathie"*.

Schnell nacheinander folgten jetzt acht weitere Schnelldampfer: die *„Werra"* (1882), die *„Fulda"* (1883), die *„Ems"* und *„Eider"* (1884), die *„Trave"* und *„Aller"* (1886), die *„Saale"* (1887), endlich die *„Lahn"* (1888), alle auf der *Fairfield-Werft* in Glasgow erbaut.

Bei der *„Lahn"* leisteten die dreifachen Verbundmaschinen mit fünf Cylindern 12500 PS_i bei 19 Knoten = 35,2 km Geschwindigkeit und 14439 t Verdrängung. Der Kohlenverbrauch war von 118 t täglich bei der *„Elbe"* auf 170 t täglich bei der *„Lahn"* gestiegen.

Jederzeit war die Gesellschaft bereit, den Neuerungen Rechnung zu tragen; so empfingen *„Aller"*, *„Trave"* und *„Saale"* als die überhaupt ersten Ozeanschiffe die dreifachen Verbundmaschinen.

Die Einrichtung der Schiffe war die denkbar vornehmste, die Beköstigung über jedes Lob erhaben, wie denn auch die letztere viel dazu beitrug, der Gesellschaft ihren Stamm an besseren Fahrgästen zu sichern.

Mit der *„Lahn"* war wieder ein Zeitraum zum Abschluss gelangt, und ein neuer — für Deutschland und die deutsche Schiffbauindustrie ruhmvoller — begann, der Bau auch der Schnellschiffe auf deutschen Werften.

Bereits 1885 hatte die Gesellschaft mit der deutschen Regierung Verträge vereinbart zwecks Einlegung neuer Linien nach dem fernen Osten, Indien, Japan, China und Australien, mit Zweiglinien im Mittelmeer und im Stillen Ozean, für welche anfangs die Fahrten in monatlichen Abständen stattfanden, jetzt jedoch in 14tägigen, entsprechend der bedeutungsvollen Entwickelung des deutschen Handels.

Für diese neuen Unternehmungen wurden sechs neue Schiffe erforderlich, die auf deutschen Werften gebaut werden sollten, und so begann der neue Dienst im Jahre 1886 mit vollständig in Deutschland erstelltem Schiffsmaterial, dessen Geschwindigkeit 14 bis 16 Knoten = 26 bis 29,6 km betrug.

Der Erfolg war ein derartig zufriedenstellender, dass von da ab die meisten Schiffe des *Norddeutschen Lloyd* in Deutschland gebaut wurden.

Seit 1880 wurden 44 Dampfer mit zusammen 252082 Gross-Reg.-Tonnen und einer Gesamtmaschinenkraft von 245630 PS_i für die Gesellschaft erbaut, davon 23 Schiffe mit 143518 Gross-Reg.-Tonnen und 128930 PS_i in Deutschland.

Der *Vulkan* in Stettin allein baute von diesen 23 Schiffen 14 mit 83500 Gross-Reg.-Tonnen und 90000 PS_i.

Durch die Aufnahme der soeben besprochenen Linien hob sich der Gesamttonnengehalt von 230567 t auf 298311 t. Der Tonnengehalt der Flotte verdreifachte sich im Verlauf von 15 Jahren (1870 bis 1885).

Von den Schiffen der australischen Linien seien hier genannt: *„Friedrich der Grosse"*, *„Königin Luise"*, *„Barbarossa"* und *„Bremen"*, je von 10600 Gross-Reg.-Tonnen. Die Fahrgäste sind auf ihnen in einem Aufbau von 78 m Länge mittschiffs untergebracht, welcher thatsächlich drei Decks enthält, in welchen die Kammern angeordnet sind, und zwar für 190 Fahrgäste I. Klasse und 112 II. Klasse, ausserdem können dann noch eine grosse Anzahl Zwischendeckfahrgäste mitgeführt werden.

Zwei geräumige Promenadendecke liegen übereinander und zwar auf ganzer Länge des Aufbaus, die beiden Seiten sind durch Querwandelgänge verbunden.

Die Maschinen sind vierfache Expansionsmaschinen von je 7000 PS_i und erteilen den Schiffen eine Geschwindigkeit von $14\frac{1}{2}$ Knoten = 26,871 km; die *„Bremen"* erhielt Vorrichtung für künstlichen Zug — System *Howden* — und ist dadurch im stande, 8000 PS_i zu erzwingen und läuft dann $15\frac{1}{2}$ Knoten = 28,72 km. Die vorgesehenen grossen Laderäume machen diese Schiffe zu guten Dividendezahlern.

Wir bringen noch eine II. Zusammenstellung von Schiffen, welche am besten ein Anwachsen der Grösse der Schiffe erkennen lässt und in Verbindung mit dem vorher gegebenen Diagramm manchen interessanten Vergleich ermöglicht, und welche namentlich auch das Anwachsen und Fallen der Zahl der Fahrgäste verfolgen lässt; z. B. wurden durch den *Lloyd* im Jahre 1891 595313 Fahrgäste in New York gelandet, 1897 war diese Zahl auf 282936 oder um 54 % zurückgegangen.

II. Zusammenstellung markierender Dampfschiffe des Norddeutschen Lloyd.

Jahr	Name	Länge zw. Pp.	Breite	Tiefe i. R.	Anzahl d. Fahrgäste	Kopfzahl der Mannschaft	Verdrängung	Maschinengattung	Durchmesser der Cylinder				Hub	PSi	Kesselheizfläche	Kesseldruck	Kohlen in 24 Std.	Fahrgeschwindigkeit	
		m	m						mm	mm	mm	mm	mm		qm	kg/qcm	t	Knoten	km
1857	Bremen	97,60	11,90	—	—	—	—	Zweicylinder	2550	—	—	—	1068	—	—	2,0	—	—	—
1863	Amerika	97,00	12,20	10,17	842	86	5 000	Verbund	1424	2440	—	—	1220	2 000	687,46	4,0	45,5	12,5	23,165
1868	Main	101,26	12,20	10,15	774	91	4 917	„	1525	2550	—	—	1372	3 000	915,57	4,0	61	14,0	25,944
1873	Braunschweig	107,06	11,90	9,46	667	102	5 800	„	1245	2185	—	—	1220	2 200	793,00	4,0	55	13,0	24,091
1883	Fulda	131,15	13,96	11,08	1269	184	8 451	Dreicylinder Verbund	1576	2185	2185	—	1525	6 300	1628,00	6,0	118	16,0	29,651
1886	Trave	133,59	14,59	11,06	974	193	8 964	Dreifache Verbund	1120	1780	2745	—	1830	8 000	2247,90	11,0	154	17,75	32,894
1886	Stettin [1])	79,30	10,83	7,48	106	42	3 390	„ „	610	1015	1600	—	1245	1 600	418,05	9,5	30	12,5	23,165
1887	Lahn [2])	136,64	14,95	11,13	938	204	14 439	Dreifache mit 5 Cylindern	853	1730	2160	—	1830	9 000	2180,36	10,0	170	18,5	34,284
1889	Kaiser Wilhelm II. [3])	136,95	15,56	11,33	1150	190	10 000	Dreifache Verbund	1052	1704	2710	—	1600	6 500	1828,72	10,5	120	15,5	28,724
1889	Karlsruhe [4])	126,58	14,64	10,07	2035	115	10 070	„ „	788	1300	2110	—	1372	3 200	1194,00	10,0	58	13,0	24,091
1890	Spree [2])	141,22	15,81	11,23	803	248	10 475	Dreifache mit 5 Cylindern	950	1877	2477	—	1802	12 500	3434,00	10,5	242	18,0	33,357
1890	Prinzregent Luitpold [5])	138,78	15,56	10,07	1254	152	11 550	2 Schrauben, dreifache Verbund	722	1172	1802	—	1200	5 300	1534,00	11,5	94	13,5	25 018
1896	Königin Luise	160,13	18,30	11,59	2400	185	18 000	2 „ vierfache „	640	970	1332	1922	1400	7 000	2030,00	14,2	125	14,5	26,871
1897	Kaiser Wilhelm der Grosse	190,50	20,10	13,10	1500	450	20 000	2 „ dreifache „ mit je 4 Cylindern	1322	2281	2452	2452	1700	27 000	7830,00	12,0	500	22,5	41,696

1) Der „Stettin" ist der erste Dampfer des Norddeutschen Lloyd, der von dem Vulkan Stettin gebaut wurde.
2) „Lahn" und „Spree" haben je 2 Hochdruck- und 2 Niederdruckcylinder von den angegebenen Abmessungen.
3) Der „Kaiser Wilhelm II." war der erste Schnelldampfer, den der Vulkan Stettin baute.
4) Die „Karlsruhe", gebaut bei Fairfield, war erstes Schiff der neuen Gattung für grosse Ladefähigkeit.
5) Der „Prinzregent Luitpold" ist der erste Dampfer der Gesellschaft, welcher bei Schichau gebaut wurde.

Wir haben somit den *Norddeutschen Lloyd* von seinem Entstehen bis zu dem Augenblick verfolgt, wo er im Begriff steht, seine ruhmvolle Laufbahn zu fördern durch die Beschaffung eines neuen Schiffes „*Kaiser Wilhelm der Grosse*", eines Prachtwerkes deutscher Schiffbaukunst, welches Deutschland in den Besitz des bis jetzt schnellsten Ozeandampfschiffs gebracht hat.

Bevor wir zur Beschreibung dieses Schiffes übergehen, seien hier noch die Namen der Männer erwähnt, in deren bewährten Händen die Leitung der Gesellschaft ruht.

Präsident des *Norddeutschen Lloyd* ist *Geo Plate;* Vizepräsident Konsul *Fr. Acheled.* Der Vorstand besteht aus Generaldirektor Dr. *Wiegand,* Direktor *Bremermann,* Direktor des Zentralbureaus *Chr. Leist,* Direktor der Abteilung Passage *C. v. Helmolt* sowie einem Prokurenten.

Oberinspektoren sind: *Spetzler,* welcher die Aufsicht über die Maschinenabteilung, die Reparaturwerkstätten, sowie das Trockendock führt, und *Hamelmann,* welchem die Aufsicht über die Schiffahrtsverwaltung in Bremerhaven obliegt, Oberingenieur ist *Walter.*

Für die Tüchtigkeit dieses Generalstabes spricht die von ihm geleistete Arbeit.

Wir geben in der vorliegenden Nummer die Schnitte und Pläne des Schiffes, dem wir in folgendem eine eingehendere Beschreibung widmen wollen.

Die Abmessungen des Schiffes sind:

Länge über Deck	197,7	m
Länge zwischen den Perpendickeln	190,5	m
Breite auf Spanten	20,1	m
Tiefe im Raum	13,1	m
Tiefgang beladen in Süsswasser	8,534	m
Ladefähigkeit bei 8,534 m Tiefgang	5250	t
Benetzte Oberfläche bei 7,619 m Tiefgang	5,100	qm
Querschnitt d. Hauptspantes bei 7,619 m	142,1	qm
Querschnitt desselben bei 8,534 m Tiefgang	162,2	qm
Verdrängung bei 7,314 m Tiefgang	17 300	t
Verdrängung bei 7,619 m Tiefgang	18 200	t
Verdrängung bei 7,924 m Tiefgang	19 100	t
Verdrängung bei 8,229 m Tiefgang	19 970	t
Verdrängung bei 8,534 m Tiefgang	20 880	t

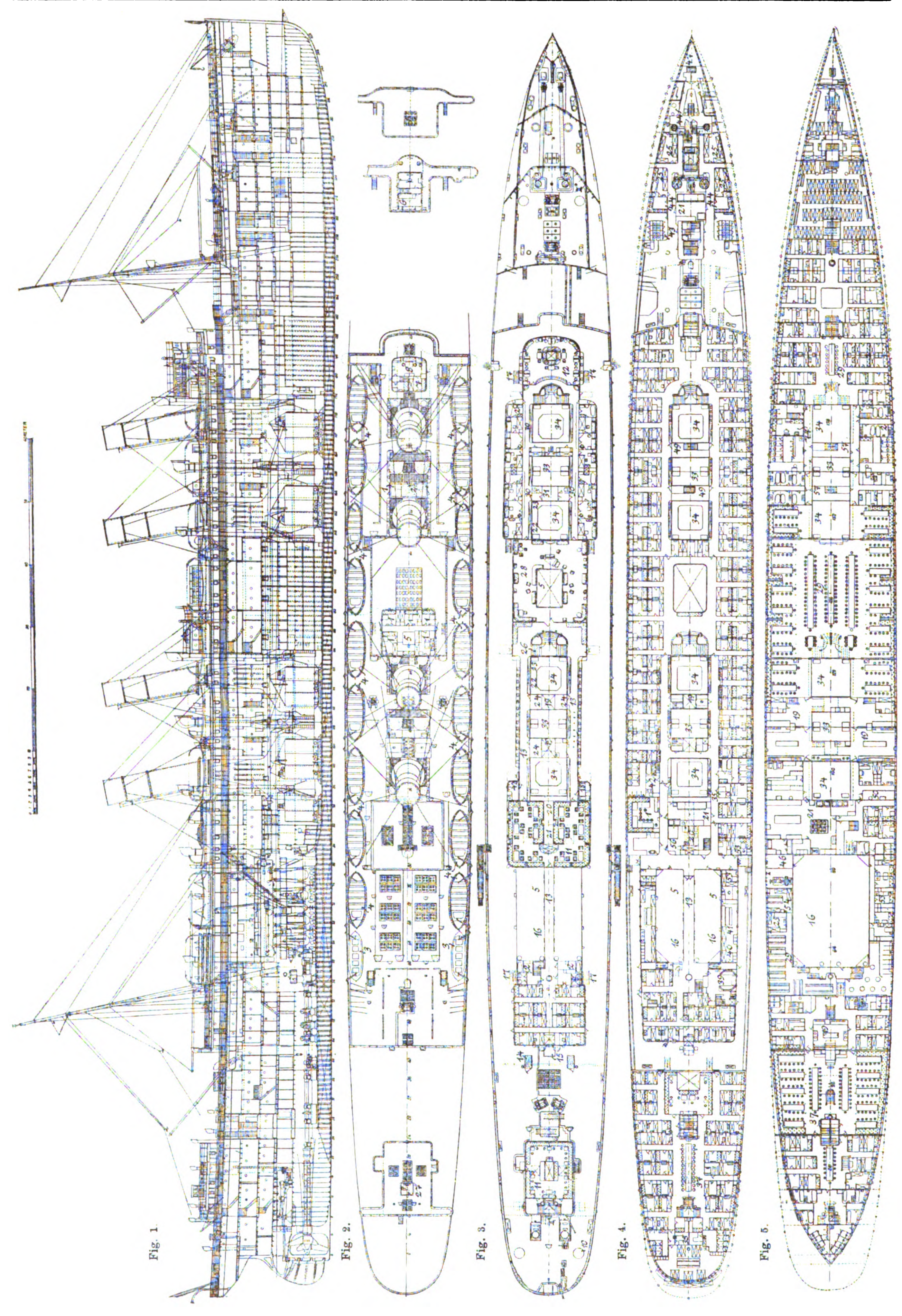
Wie der Längsschnitt (Fig. 1) zeigt, hat das Schiff sechs Decks, das Sonnenzeltdeck, das Promenadendeck, das Oberdeck, das Hauptdeck, das Zwischendeck und das Raumdeck.

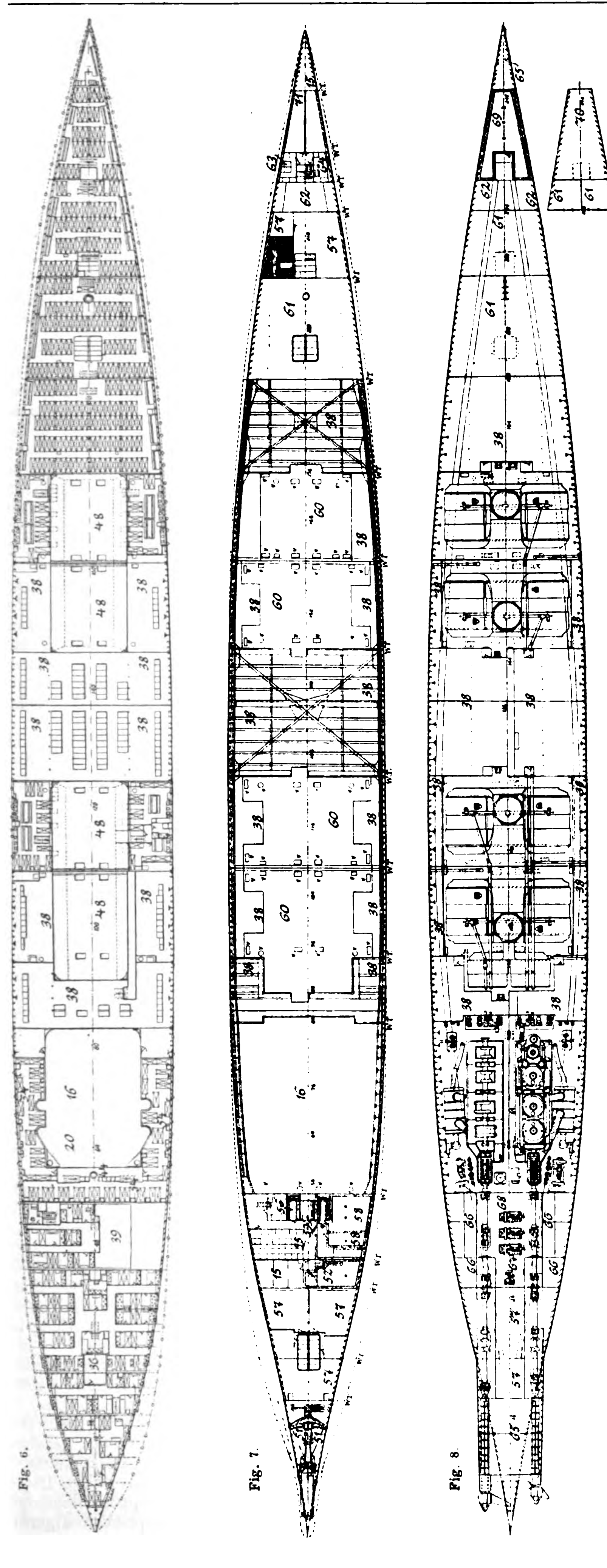
Das Sonnenzeltdeck (Fig. 2), welches die Fahrgäste gegen das sonnige Wetter schützt, welches, wie der *Lloyd* gerne glauben macht, als Regel seine Fahrten begleitet, trägt die Rettungsboote, ausserdem sind an diesem Deck die Kammern der Seeoffiziere, einschliesslich des Schiffsführers (Kapitäns), sowie des Lotsen, Wasch- und Baderäume und Rauchzimmer für dieselben angeordnet, so dass es also durchaus ausgeschlossen ist, dass sich die Offiziere allzu lästigen Fragen neugieriger Fahrgäste ausgesetzt sehen. — Es mag erwähnt werden, dass sich die Brücke hinten 10,065 m über der 8,543 m Ladewasserlinie befindet, sowie die Kommandobrücke vorn 13,115 m.

Das Promenadendeck (Fig. 3), von bedeutender Wichtigkeit für die Fahrgäste, hat vorn eine Back von 33,245 m Länge mit Turteldeck und der Ankerwinde u. s. w., welche wir später besprechen wollen.

Hinter der Back folgt eine 8,845 m lange Unterbrechung, bedungen durch die Zugänglichkeit zu den Ladeluken, dann aber läuft dieses Deck in einer Länge bis nach hinten. Die Deckhäuser an diesem Deck sind von verschiedener Breite, wodurch ungestörter Sitzplatz geschaffen ist für diejenigen, die der Ruhe pflegen wollen, die für die Wandelgänge verbleibende Breite schwankt zwischen 3,05 und 5,03 m Breite.

Ganz vorn in der ununterbrochenen Decklänge befindet sich das Lesezimmer, ihm folgt ein Niedergang in den darunter befindlichen Saal und darauf zu beiden Seiten der zwei Kamine der vorderen Kesselgruppen eine Reihe vornehmer Gelasse, welche sich durch die ungestörte Ruhe auszeichnen, der man sich darin erfreut; zwischen den Kaminen befindet sich dann noch ein Gepäckraum, sowie eine Kammer für die Bedienung der


Fig. 1
Fig. 2
Fig. 3
Fig. 4
Fig. 5



1 Offizier. *2* Bad. *3* Zusammenfaltbar. *4* Rettungsboot. *5* Oberlicht. *6* Kartenzimmer. *7* Schlafzimmer. *8* Wohnzimmer. *9* Seitenlicht, Türme. *10* Kanonenplattform. *11* Rauchsaal. *12* Lesesaal. *13* Gang. *14* Niedergang. *15* Vorräte. *16* Maschinenraum. *17* Bootdeck. *18* Ausschank. *19* Anrichter. *20* Schacht. *21* Küche. *22* Licht. *23* Luft. *24* Deckstühle (Klappstühle). *25* Hospital. *26* Oberdeck. *27* Telephon. *28* Versammlungssaal. *29* Speisesaal. *30* Prunkgelasse. *31* Gepäck. *32* Bedienung. *33* Kesselraum. *34* Kamin. *35* Wäscheraum. *36* Notausgang. *37* Saal II. Klasse. *38* Kohlen. *39* Post. *40* Schmierer. *41* Junge. *42* Waschraum. *43* Frauen. *44* Waschraum. *45* Zimmermann. *46* Werkstatt. *47* Gemüse. *48* Rauchkammer. *49* Koffer. *50* Aschauswurf. *51* Steuerraum. *52* Eis. *53* Maschinisten. *54* Heizer. *55* Wein. *56* Backöfen. *57* Gepäck. *58* Kalter Warenraum. *59* Brot. *60* Kesselraum. *61* Ladung. *62* Kettenkasten. *63* Getränke. *64* Ausgaberaum. *65* Trimmingtanks. *66* Frischwassertanks. *67* Eismaschine. *68* Elektrische Maschine. *69* Eiskeller. *70* Flüssige Vorräte. *71* Trockene Vorräte. *72* Oberheizer. *73* Fahrgäste. *74* Barbier.

Fig. 1. Der Norddeutsche Lloyd Doppelschraubenpostdampfer. Fig. 2. Bootdeck. Fig. 3. Promenadendeck. Fig. 4. Oberdeck. Fig. 5. Hauptdeck. Fig. 6. Zwischendeck. Fig. 7. Raumdeck. Fig. 8. Ansicht des Raumes.

hier reisenden Fahrgäste. Weiter nach hinten schliesst sich der Versammlungs- und Unterhaltungssaal an, ein reich ausgeschmückter viereckiger Raum. Das im Plan erscheinende Oberlicht für den zwei Decktiefen weiter unten befindlichen Speisesaal ist mit geätztem Glas überdeckt, so dass die Wohlgerüche der reichbesetzten Tafel nicht nach oben dringen können; während so einerseits von allen Seiten der Hinabblick in den Saal unbenommen ist — es läuft nur ein Geländer ringsum —, ist doch andererseits die unschöne Oeffnung vermieden.

Hinter den Kaminen für die hinteren Kesselgruppen folgt die Abteilung für Raucher, durch welche der Licht- und Luftschacht für die Küche hindurchgeführt ist, der durch eine Täferung von geprägtem und bemaltem Leder verdeckt, durch sein Dasein eigentlich erst dem Raum seinen Zauber und seine Heimlichkeit verleiht, indem er die nötigen lauschigen Ecken ermöglicht.

Hinter dem dann folgenden Maschinenoberlicht schliessen sich eine Reihe Kammern für Fahrgäste I. Klasse an, und unter der Poop unterhalb der hinteren Brücke ist das Rauchzimmer für die Fahrgäste II. Klasse angeordnet, dahinter der Niedergang zu den Kammern und dem Versammlungs- und Unterhaltungszimmer dieser Klasse auf Oberdeck (Fig. 4). Der Mittschiffsteil dieses Oberdecks ist durch Kammern für Fahrgäste I. Klasse vollständig in Anspruch genommen. Auf dem Hauptdeck (Fig. 5) befindet sich je zwischen den beiden Kaminen der vorderen und hinteren Kesselgruppen der Speisesaal I. Klasse von Bord zu Bord durchgehend, sowie eine grosse Anzahl Prunkkabinen. Hinten befindet sich dann ebenso der Speisesaal II. Klasse nebst den dazu gehörigen Räumlichkeiten.

Der Speisesaal I. Klasse ist in seiner Lage mittschiffs der Schwerpunktslage des ganzen Schiffskörpers am nächsten und daher von den oft heftigen Bewegungen des letzteren sehr gering in Mitleidenschaft gezogen. Die Kammern der Fahrgäste, welche zu dieser Abteilung gehören, liegen in allen drei Decks, wie oben besprochen — Haupt-, Ober- und Promenadendeck — ebenfalls mittschiffs und die drei abwärts führenden Niedergänge sind achtunggebietend sowohl in Hinsicht auf Geräumigkeit als auf Pracht der Ausstattung; auf der längsschiffs laufenden unteren Abteilung der Treppen sind Handleisten auch in der Mitte angebracht, die neben dem Hauptzweck des getrennten Auf- und Niederganges auch noch die Annehmlichkeit haben, dass man

selbst bei stark rollendem Schiff mit Leichtigkeit auf- und absteigen kann.

Die Räume selbst bieten alle nur denkbaren Annehmlichkeiten; Decken und Wände sind künstlerisch behandelt, in hellen Tönen gehalten und mit einer Anzahl hervorragender Oelgemälde geschmückt.

An den Seiten befinden sich grosse Fenster, während die Oberlichte mit ihren reich verzierten Glaskuppeln einen Eindruck machen, der, was Wohlgefallen anbetrifft, seines Gleichen sucht. Treppen und Geländer sind aus Teak und Walnuss hergestellt, Schnitzerei und Verzierungen legen beredtes Zeugnis ab für den feinen Geschmack, Fussboden und Treppenstufen sind mit Gummiteppichen abgedeckt, über welches wieder Teppichläufer gelegt sind.

Die grosse Haupttreppe führt unmittelbar in den Speisesaal, welcher die ganze Schiffsbreite in Anspruch nimmt, und zwar 19,5 m auf Innenseite Täferung bei 18 m Länge und 2,89 m Höhe, mit Sitzen für 299 Fahrgäste. Diese ganze Halle, denn den Eindruck einer solchen macht sie, ist in früh-italienischer Renaissance, die leichte Vergoldung einzelner Teile, sowie die lebhaften Farben der Oelgemälde gliedern sich harmonisch schön dem Gesamteindruck ein. Die bequemen Ruheplätze in den Nischen, Smyrnateppiche überall, Tischdecken und Vorhänge in farbigen Tönen bieten eine angenehme Abwechselung zu den Tinten der Wandungen, sei es nun, dass die Himmelsgestirne ihr Licht spenden, oder die elektrischen Glühlampen, die mit viel Ueberlegung verteilt sind, und deren Strahlung sehr angenehm abgetönt ist, in Wirkung treten. Der Hauptlichtschacht ist durchs Oberdeck zum Promenadendeck geführt und mit Säulen umgeben, zwischen welchen Bögen derart angeordnet sind, dass von den Gängen am Oberdeck zugängliche Logen gebildet sind, von denen aus der Speisesaal sich übersehen lässt. Der Schacht ist ebenfalls in hellen Farben gehalten, gehoben durch Vergoldung und mit erhabenen Figuren und Sinnbildern geschmückt. In den Nischen der Brustwehr haben plastische Darstellungen kaiserlicher Schlösser aus dem Mittelalter und der Neuzeit Platz gefunden. Das Oberlicht darüber, in reicher englischer Glasarbeit, zeigt die deutschen kaiserlichen Adler, den alten und den neuen.

Ein Kinderspeisezimmer auf demselben Deck, nach vorn hin sich anschliessend, hat eine Länge von 7 m bei 3,5 m Breite und 2,89 m Höhe.

An den vier Ecken der Speisehalle und in unmittelbarer Verbindung damit, obwohl durch wasserdichte Thüren absperrbar, befinden sich vier kleinere Speisezimmer von je 6 m Länge bei 6,5 m Breite und mit Sitzen für je 28 Fahrgäste. Diese führen die Namen „Luisen-Saal", nach der Mutter Kaiser Wilhelms I., „Augusta-Saal", nach seiner Gemahlin, „Bismarck-Saal" und „Moltke-Saal", nach seinen Paladinen.

Spant 72. Fig. 9. Spant 116. Fig. 10.

Spant 134. Fig. 11. Spant 172. Fig. 12.

a Bootdeck. *b* Promenadendeck. *c* Oberdeck. *d* Hauptdeck. *e* Zwischendeck.

Die Ausstattung ist in jedem Saal verschieden. Im Bismarck-Saal herrschen dunkle Töne vor und Walnusstäferung fand hier Verwendung, der Moltke-Saal ist in Königin Annas (von England) Geschmack, die Säle der beiden Königinnen sind in italienischer Renaissance gehalten. Die Täferungen der letzten drei Säle, welche in lichten Farben gehalten sind, sind behangen mit Gemälden, welche das Leben der Königinnen und des grossen Feldherrn behandeln. Smyrnateppiche, Einrichtung, Vorhänge u. s. w. fügen sich einander ergänzend zu einem harmonischen Gesamteindruck zusammen.

Eine Neuerung, die namentlich bei den Damen in hoher Gunst steht, ist die Promenade am Oberdeck zwischen dem Niedergang und dem Lichtschacht. Während rauhen Wetters gibt man sich an diesem Platz, von dem aus der Blick in den Speisesaal ein so herrlicher ist, ein Stelldichein.

In Voraussicht seiner zukünftigen Beliebtheit wurde auf die Ausstattung und Ausschmückung dieser Räume eine ganz besondere Sorgfalt verwendet und viel und bequeme Sitzgelegenheit für Ruhe und Unterhaltung vorgesehen.

Der Versammlungssaal am Promenadendeck mit 12,7 m Länge, 11,3 m Breite und 3,05 m Höhe macht bei diesen seinen Abmessungen den Eindruck einer hohen stolzen Halle; hier trifft man sich bei Abhaltung aller Art Kurzweil und zur Pflege der Musik, welchen Zwecken seine ganze Ausstattung auch angepasst ist. Die Wände sind mit reich durchwirkten Stoffen bekleidet und in Felder abgeteilt, ringsum läuft ein Porträtfries der beliebtesten Dichter und Tondichter aller Völker. Die Mitte der Querwand zeigt das lebensgrosse Bild Kaiser Wilhelms I. im Kaiserornat mit den Reichsinsignien, Schwert, Krone und Szepter, nach Prof. *Koner*; die prachtvolle Umrahmung ist geziert mit Siegestrophäen und sinnbildlichen Figuren. Nur wenige von den Sesseln und Ruhebänken sind hier am Verdeck verschraubt, verschraubt ist natürlich auch der Steinway-Flügel, die meisten Stühle und Sitzgelegenheiten jedoch können nach Wunsch der Fahrgäste zusammengruppiert werden.

Der Lichtschacht macht sich nur durch schwache Säulen bemerkbar, über demselben befindet sich der vorerwähnte Abschluss. Sein Licht erhält der Raum durch grosse Seitenfenster und durch die grosse Glaskuppel. Für Lüftung ist ebenfalls in ausgiebigster Weise Sorge getragen.

Breite Wandelgänge führen an beiden Schiffsseiten von hier zum Rauchzimmer und zum Lesezimmer, welche daher immer in wünschenswerter Nähe sich befinden.

Das Rauchzimmer, 10,3 m lang, 12,5 m breit und 3,325 m hoch, ist in frühdeutscher Renaissance gehalten und verziert mit der eigenartigen feinen Holzschnitzerei und der entsprechenden Holztäferung. Die weisse Decke zeigt in reichen Umrahmungen die Wappen deutscher Städte neben Ansichten derselben und typischen Figuren.



Da durch diesen Raum hindurch ein Lichtschacht nach dem darunter befindlichen Deck zu führen war, so bot sich die schon vorher erwähnte Gelegenheit zur Bildung von Nischen und Ecken, welche gerade einem Rauchzimmer seinen Zauber verleihen.

Die Sitze sind mit gepunztem Leder aus der berühmten Werkstatt von *G. Hulbe*, Hamburg-Berlin, überzogen. Luft und Licht tritt durch zwei Oberlichte und zwei seitliche Fenster von genügender Grösse ein.

Auf dem Wege vom grossen Saal zum Lesezimmer liegen die vier besonders prächtig gehaltenen Räume, deren jeder aus einem reizenden Wohnzimmer, einem geräumigen Schlafzimmer mit breitem englischen Bett und einem reich ausgestatteten Badezimmer besteht; die Gemächer sind dazu geschaffen, auch den hochgespanntesten Anforderungen gerecht zu werden. Neben diesen Gelassen befinden sich noch einige ähnliche, in welchen durch Umwandlung des Bettes in ein Sofa die Kammern sofort das Ansehen von Wohnzimmern erhalten.

Wie Rauchzimmer und Versammlungszimmer ragen auch diese Kammern über das Bootdeck hervor und haben daher eine ungewöhnlich hohe Decke.

Das Lesezimmer, 7 m lang, 8,6 m breit und 2,74 m hoch, mit seinen drei Fensterwänden ist ein sehr vornehmer und bequem eingerichteter Raum im Rokokostil, in dem man sich zum Lesen und zum Studieren aufgelegt fühlen muss. Die Täferung ist Walnuss mit Gobelinhüllungen und reichen, leicht vergoldeten Verzierungen. Die Walnussbücherschränke sind gefüllt mit den ausgelesensten Meisterwerken von Schriftstellern aus aller Herren Länder. Stühle der verschiedensten Art, sowie Sofa mit Seide oder venetianischem Velour bezogen, sind überallhin verteilt, auch sind sechs Doppelschreibtische vorhanden.

Auch die anderen Kammern der Fahrgäste I. Klasse haben manches Bemerkenswerte, jede enthält z. B. einen kleinen Klapptisch, welcher sich sehr nützlich erweist. Weiter sind viele Kammern für einen Fahrgast, um möglichst mit Platz zu sparen, so eingerichtet, dass die Betten zweier nebeneinander befindlicher Kammern in einer Nische übereinander liegen, so zwar, dass das Bett der einen Kammer ein oberes, das der nächsten ein unteres ist. Ferner liegen Wasch- und Baderäume für Damen alle auf derselben Seite des Schiffes und sind durch grünes Licht kenntlich gemacht, während die entsprechenden Räume für Herren alle auf Steuerbordseite liegen und ein rotes Licht zeigen, so dass ein Blick entlang dem Wandelgang genügt, um den Suchenden den Ort dieser Bequemlichkeiten zu zeigen.

Die Räume für die Fahrgäste I. Klasse verteilen sich wie folgt:

Deck	Kammern für 1 Fahrgast	Kammern für 2 Fahrgäste	Kammern für 3 Fahrgäste	Kammern für 4 Fahrgäste	Gesamtzahl der Fahrgäste
Hauptdeck . .	22	21	—	18	136
Oberdeck . . .	22	45	4	69	400
Promenadendeck	8	8	4	8	68
	52	74	8	95	604

Während so für 604 Fahrgäste I. Klasse Raum vorhanden ist, so soll hier rühmend erwähnt werden, dass es sich die Gesellschaft angelegen sein lässt, nicht mehr wie zwei Fahrgäste selbst in den grösseren Gelassen unterzubringen; für den Fall jedoch, wo ganze Familien zusammenreisen, kann ohne irgend welche Ueberfüllung ein drittes und viertes Bett aufgestellt werden.

Den Fahrgästen zweiter Klasse sind verhältnismässig die gleichen Annehmlichkeiten geboten, bis zum Frisierzimmer mit elektrisch betriebenen Haarwalzen. Das Rauchzimmer, 8,5 m lang, 7,4 m breit und 2,44 m hoch, dessen Lage unter der Poop wir bereits vorher besprochen haben, bietet sogar Annehmlichkeiten, welche diejenigen des Rauchsaals I. Klasse übertreffen. Gleich darunter im Oberdeck befinden sich zunächst eine grosse Anzahl Kammern, sodann folgt das Versammlungs- und Unterhaltungszimmer mit Klavier u. s. w.; dies ist ein sehr vornehmes Gelass von 6,7 m Länge, 7,4 m Breite und 2,44 m Höhe. Sodann folgt in diesem selben Deck ein kleineres Speisezimmer für 24 Fahrgäste, während der Hauptspeisesaal im Hauptdeck 176 Fahrgästen Platz bietet. Dieser ist 12,6 m lang, 16,4 m breit und 2,89 m hoch. Hinter dem Hauptspeisesaal schliesst sich dann noch ein Esszimmer für Kinder an, in dem 17 Fahrgäste Platz finden.

Für die Fahrgäste dieser Klasse sind eine grosse Zahl Kammern mit zwei und vier Betten und drei Kammern für Familien vorgesehen, wie folgende Zusammenstellung der Kammern für Fahrgäste II. Klasse zeigt:

Deck	Kammern für 2 Fahrgäste	Kammern für 4 Fahrgäste	Kammern für 6 Fahrgäste	Gesamte Fahrgäste
Zwischendeck . . .	22	26	2	160
Hauptdeck	1	9	1	44
Oberdeck	30	15	—	120
				324

Die Fahrgäste III. Klasse sind im Vorderschiff untergebracht und zwar in dem Hauptdeck in zwei Abteilungen mit 284 Betten, in dem Zwischendeck in vier Abteilungen mit 516 Betten, im ganzen stehen also 800 Betten zur Verfügung.

Für die Beköstigung dieser Fahrgäste ist eine grosse Dampfküche vorhanden mit vier grossen Kochkesseln. Ausserdem hat jede Küche drei Backöfen, einen nach *Perkin*'s System, einen gewöhnlichen Schiffsbackofen und einen kleineren.

Zu diesen Einrichtungen für 604 Fahrgäste I. Klasse, 324 Fahrgäste II. Klasse und 800 Fahrgäste III. Klasse — zusammen 1728 — kommt noch die für die Schiffsbesatzung, deren Kopfzahl sich auf 458 beläuft und sich wie folgt zusammensetzt: Offiziere, Bootsleute, Zimmerleute und Seeleute 60, Doktor, Zahlmeister, Friseur und Postbeamte 9, Maschinenpersonal 45, Heizer und Kohlenschaffer 174, Stewards und Bedienung 133, Küchenpersonal 37.

Erbauer und Eigner haben sich das Wohl jedes einzelnen der Besatzung gerade so angelegen sein lassen, als das der Fahrgäste. Die Unterbringung der Schiffsoffiziere haben wir bereits erwähnt. Die Ingenieure befinden sich in unmittelbarer Nähe des Maschinenraums (Fig. 5), im Hauptdeck ihnen gegenüber auf der Backbordseite sind die Esszimmer für die Heizer und die Oberheizer, welch letztere für sich speisen, die Schlafgelasse der Heizer, sowie die geräumigen Baderäume für dieselben befinden sich im Zwischendeck (Fig. 6), und zwar schlafen alle, welche zu einer Wache gehören, in einem besonderen Raum, so dass drei Abteilungen nötig wurden.

Küche- und Anrichteraum für die I. Klasse befindet sich im Hauptdeck unmittelbar hinter dem Speisesaal vor dem Maschinenraum (Fig. 5). Die Küche erstreckt sich über die ganze Weite des Schiffes bei einer Länge von 5,338 m. Ein grosser Herd und zwei Röstherde befinden sich hier in fortwährender Thätigkeit, aber auch andere zweckmässige Einrichtungen, so z. B. ein mechanischer Schüsselspüler, bestehend aus zwei Schrauben in getrennten Gefässen, welche Wasser in eine derartig wirkungsvolle Bewegung bringen, dass die vollständige Reinigung der Schüsseln dadurch gesichert ist. Ferner befindet sich dort ein Eierkessel, welcher, mit einer Uhrwerkvorrichtung versehen, die Eier selbstthätig nach 1 bis 2 oder mehr Minuten aus dem Wasser hebt, je nach Einstellung des Uhrwerks. Sechs Kaffee- und Theemaschinen und viele andere Vorrichtungen mehr sorgen hier für den ausgezeichneten „Tisch“, für den der *Norddeutsche Lloyd* weltbekannt ist.

Elektrische Flügelventilatoren sorgen hier für Erneuerung der Luft, elektrische Aufzüge führen in die Kühlräume, welche wir später noch besprechen wollen.

Küche und Anrichte für die II. Klasse liegt ebenfalls günstig zum Kühlraum und zwar weiter nach hinten auf demselben Deck vor dem Speisesaal.

Die Lüftung des Schiffes sei hier nochmals rühmend erwähnt, in den meisten Fällen kommen *Utley*'s Ventilatoren zur Verwendung, ausserdem haben die meisten Pforten oberhalb Wasserlinie Luftlöcher mit Schiebern, die von den Fahrgästen überwacht werden können. (Fortsetzung folgt.)

Die grossen, anlässlich der Pariser Ausstellung in Ausführung begriffenen Eisenbahnbauten.

Auf Veranlassung des Präsidenten der Gesellschaft der französischen Zivilingenieure wurde von seiten dieser Vereinigung im Sommer 1899 bei den anlässlich der bevorstehenden Pariser Weltausstellung im Gange befindlichen Eisenbahnbauten eine Nachschau unternommen, über deren Ergebnis im Septemberhefte der *Memoires et compte rendu de traveaux de la société des ingenieur civil*, dem Organ der Gesellschaft, *E. Hubou* einen eingehenden, sehr unterrichtenden Bericht erstattet, dessen Hauptinhalt wir nachstehend wiedergeben.

Im ganzen sind es drei ebenso grossartige als bewunderungswerte Bauausführungen, die den Gegenstand der in Rede stehenden Erhebungen bilden, nämlich A. die *Pariser Metropolitanbahn*, ferner B. die *neuen Linien der Westbahngesellschaft* und zuletzt C. die *Verlängerung der Orleansbahn bis zum Quai d'Orsay* in Paris.

A. Die Pariser Metropolitanbahn.

Hinsichtlich dieser Unternehmung muss zuvörderst daran erinnert werden, dass der Munizipalrat von Paris erst in seinen Sitzungen am 4. und am 30. Dezember[1]) 1896 den Beschluss gefasst hat, ein doppelgeleisiges Stadtbahnnetz auszubauen, welches nachstehende, in Fig. 1 mit denselben Ziffern bezeichnete sechs Linien nebst Anschlüssen umfassen sollte: 1. vom *Vincennesthor* zum *Maillotthor*, 2. eine Ringbahn über die äusseren Boulevards, 3. vom *Dauphinéthor* nach *Ménilmontant*, 4. vom *Clignancourtthor* zum *Orleansthor*, 5. vom *Strassbourg-Boulevard* zur *Austerlitzbrücke* und 6. eine Linie von der *Porte de Vincennes* zur *Place d'Italie* nebst einer Abzweigung von der *Austerlitzbrücke* bis zur Brücke *de Bercy*. Infolge dieses Beschlusses wurden die städtischen Ingenieure mit der Ausarbeitung eines bezüglichen Vorprojektes betraut, das am 27. März 1897 fertig vorlag und unter der Annahme ausgeführt war, dass die Spurweite des Geleises 1,30 m, die grösste Breite der Fahrzeuge 2,10 m und deren Maximalhöhe 3,40 m betragen sollten. Am 30. März 1898 erfolgte durch die Kammer die Konzessionsverleihung für die im ganzen mit 62 km Länge projektierten Linien der Metropolitanbahn, deren Ausführung seitens der Stadt vertragsmässig der *Compagnie général de traction* überlassen wurde, aus der zu diesem Zwecke die *Société du Metropolitain* hervorging, die auch den Betrieb übernehmen wird. Nach 35 Jahren fällt die gesamte Bahn einschliesslich aller zugehöriger Elektrizitätswerke in das alleinige Eigentum der Stadt zurück, die zugleich das Recht hat, zu diesem Zeitpunkte die sämtlichen Betriebseinrichtungen, Werkzeuge, Dienstgebäude, kurz alles Bestehende zu einem durch Schiedsgericht zu bestimmenden Preise zu erwerben. Auch hat die Stadt schon vom 1. Mai 1910 an das Rückkaufsrecht. Gelegentlich der staatlichen Konzessionserteilung hatte die Regierung eine Reihe von Bedingungen gestellt, die die ursprünglichen Voraussetzungen in manchem wesentlich verschärften. Zu den wichtigsten dieser Vorbehalte gehört die Bestimmung, dass das rollende Material eine Breite von 2,40 m zu erhalten hat, ferner dass neben dem Profil der Fahrzeuge überall auf 2 m Höhe über Schienenoberkante ein freier Raum von mindestens 0,70 m vorhanden sein muss, und endlich, dass die Geleise sämtlicher Strecken mit der Normalspur von 1,44 m auszuführen sind. Auf diese Weise wurde die Möglichkeit angebahnt, dass wenigstens das rollende Material der Metropolitanbahn sich im Notfalle auf den Haupteisenbahnen benutzen lässt, wogegen allerdings die Verwendung von Wagen oder Lokomotiven der Vollbahnen auf der Metropolitanbahn infolge des zu engen Profils der letzteren ausgeschlossen ist. Der Bau des bewilligten Liniennetzes erfordert einen Kostenaufwand von 180 Millionen Franken, die durch ein städtisches Anlehen gedeckt werden sollen. In Fig. 1 sind die Hauptlinien *Porte de Vincinnes-Porte Maillot* und die beiden Zweiglinien *Etoile-Porte Dauphiné* und *Etoile-Trocadéro*, d. h. nämlich jene Strecken, deren Ausführung zuerst, gleich nach der Konzessionsgewährung in Angriff genommen wurden, mit kräftigeren Linien gekennzeichnet. Dieser Teil des Netzes, welcher eine Gesamtlänge von 14 km besitzt und mit Ausnahme der Uebersetzung des St. Martin-Kanales (Arsenalbassin) ausschliesslich unterirdisch verläuft, soll bereits zur Eröffnung der Weltausstellung von 1900 dem Verkehr übergeben werden; die diesfälligen Baukosten sind mit 37 Millionen Franken veranschlagt. Auf der Hauptlinie *Porte de Vincennes-Porte Maillot* sind ausser den beiden Endstationen 18 Zwischenstationen in Aussicht genommen. Diese letzteren erhalten je zwei parallele Bahnsteige von 75 m Länge und 4 m Breite, die entweder bloss durch Gewölbe abgeschlossen oder flach überdeckt sind, je nachdem die Station tiefer oder seichter unter dem Strassenniveau liegt. Das Profil der als Ziegelmauerwerk in Cementmörtel ausgeführten Umwölbung besteht aus zwei einander zugekehrten Ellipsen, wovon die des Deckengewölbes eine Pfeilhöhe von 3,50 m, jene des gestürzten Bodengewölbes eine Pfeilhöhe von 2,20 m besitzt. Die lichte Weite der Station, die Spannweite der Gewölbe beträgt 14,14 m; die Gewölbsanläufe liegen 1,5 m über Schienenoberkante und die gesamte Höhe des ummauerten Raumes beläuft sich in der Achse auf 5,2 m. Die Wandungen haben am Beginn der Gewölbe 2 m, im Deckenscheitel 0,70 m und im Scheitel des Fussgewölbes 0,50 m; nach aussen sind sowohl das Decken- wie das Bodengewölbe als flache Kreisbogen abgeschlossen. Hierzu kommt noch zu bemerken, dass die Bahnhöfe grundsätzlich, wo immer der Stand des Grundwassers es nur gestattet, die Bahnachse tief genug zu legen, *gewölbt* durchgeführt werden, und dass dabei für die Innenflächen durchwegs glasierte Ziegel zur Verwendung gelangen. Bei den seichtliegenden Stationen beträgt die lichte Weite des Profils 13,50 m. Die beiden Seitenwände sind durch Pfeilermauern abgeschlossen, welche am Fussende ebenso wie im früheren Falle durch ein gestürztes, elliptisches Bodengewölbe miteinander verbunden sind; dieselben tragen als Decke einen quadratmaschigen, eisernen Trägerrost, dessen Felder durch flache Ziegelgewölbe ausgemauert werden. Auch in diesen flachüberdachten Bahnhöfen sind die inneren Mauer- und Treppenwände aus glasierten Ziegeln hergestellt. In den ganz tiefen oder stark belasteten oder sonstwie gefährdeten Strecken wird mittels der Schildmethode, in den weniger tiefen nach den gewöhnlichen Stollenbaumethoden vorgegangen; nur die ganz seichten Partien werden als Ein-

[1]) Die Idee einer Pariser Stadtbahn wurde übrigens bereits im Jahre 1865 angeregt, namentlich zu Approvisierungszwecken, und schon damals tauchten zahlreiche Entwürfe für eine solche Anlage auf, wovon aber keiner den Beifall der Kommune gefunden hatte. 7 Jahre später wurde die Stadtbahnangelegenheit durch die Gesellschaft der französischen Zivilingenieure wieder aufgefrischt, aber sie kam auch damals infolge der ablehnenden Haltung der Kommune zu keinem gedeihlichen Abschlusse, obwohl sich im Jahre 1877 der Staat zu einer Subventionierung der Stadtbahn erboten hatte und die grossen französischen Eisenbahngesellschaften sich bereit erklärten, den Bau der Bahn zu übernehmen. Eben mit dem letzteren Umstande vermochte sich die Stadtvertretung durchaus nicht zu befreunden, da sie sich die Herrschaft über das Unternehmen in keiner Weise schmälern oder entwinden lassen wollte. So verschleppte sich denn die ganze Frage trotz der wiederholten günstigen Anläufe bis zum Jahre 1896, wo die Kammer das städtische Projekt konzessionierte. Letzteres war von vornhinein absichtlich so ausgearbeitet, dass ein Anschluss mit den in Paris mündenden Eisenbahnen unmöglich wurde. Allerdings hat die Regierung wenigstens insofern Remedur geschafft, dass sie die Normalspur verlangte. Inzwischen haben die grossen Eisenbahngesellschaften den Plan ins Auge gefasst, ein eigenes Verbindungsbahnnetz zu bauen, das die sämtlichen Pariser Bahnhöfe untereinander in direkten Verkehr setzen soll. (Anm. d. Red.)

schnitte ausgeführt. Die Kopfstationen *Vincennes, Maillot, Dauphiné* und *Etoile* (für die Linie *Etoile-Trocadéro*) sind, wie es Fig. 2 ersichtlich macht, ösenförmig angeordnet, d. h. beim Anfange des Bahnhofes trennen sich die beiden Geleise immer mehr und mehr voneinander, um schliesslich in einen Bogen von 30 m Halbmesser überzugehen, in welchen sie sich vereinigen. Für die kommenden und gehenden Züge bestehen getrennte Bahnsteige. Der besagte Kehrbogen ist allerdings mit 30 m Halbmesser sehr scharf, allein doch noch günstiger, als beispielsweise bei den Endbahnhöfen der Metropolitanbahnen in *New York* und *Brooklin*, wo der Halbmesser für die Kehrbögen nur etwa 27 m beträgt.

Fig. 1.
Plan der Pariser Metropolitanbahn.

Die von der Pariser Ringbahn zunächst der *Porte de Vincennes* ausgehende Linie *1* (Fig. 1), nimmt ihren Verlauf unter den Promenadeanlagen von *Vincennes*, biegt dann nach Süden zur Place de la Nation ab, folgt weiters dem *Boulevard Diderot* bis zum Lyoner Bahnhofe und dreht sich dann in einem Bogen von 75 m Halbmesser in die Lyonerstrasse, um, den Boulevard de Contrescarpe und das Arsenalbassin überquerend, die St. Antoniusstrasse und die Rivolistrasse zu erreichen. Im ferneren Verlaufe biegt die Linie zunächst der *Rue Cambon* nach der *Seine* zu ab, um in schräger Richtung die *Place de la Concorde* zu kreuzen und sodann auf der linken Seite der *Avenue des Champs Elysées* zu folgen, bis die Alexanderstrasse erreicht ist; sie benutzt weiters die Mitte der letztgenannten Strasse bis zur *Place de l'Etoile*, unter welcher sie in zwei Contrabögen, wovon der eine 80 m, der andere 76 m Halbmesser besitzt, die am Ende der Avenue de Wagram gelegene Station passiert, von der sie sich wieder in einer gleichlangen, symmetrischen Doppelkurve der *Avenue de la Grande-Armée* zuwendet, deren Mittellinie sie bis zu ihrem Ende einhält. Eines der Hauptobjekte der Linie *1* ist die Station nächst des Lyoner Bahnhofes, in welcher vier getrennte Strecken mit zwei zentralen Bahnsteigen von 6 m Breite und 100 m Länge sich vereinigen werden, nm den wechselweisen Uebergang zwischen der südlichen Abzweigung *6*, der Ringlinie *2* und der Linie *1* zu vermitteln. Ausserdem wird hier auch noch für Rangierzwecke ein Sackgeleis von 130 m Länge angelegt. Einen zweiten interessanten Punkt bildet zunächst der Station am Bastilleplatz, welche nebenbei bemerkt, die einzige ist, die oberirdisch zu liegen kommt, die Uebersetzung des ungefähr 80 m breiten Arsenalbassins. Da die Unterquerung mit allzugrossen Schwierigkeiten und Kosten verbunden gewesen wäre, musste man sich entschliessen, das Bassin zu überbrücken. Zu diesem Ende wurde ein 50 m langer Erddamm angelegt und in seine Mitte eine 20 m lange Pilotenbrücke eingeschaltet, die für die Boote eine 5,16 m hohe Durchfahrt freilässt. Die Station *Champs Elysées*, welche nach dem ursprünglichen Projekte in der Achse der Strasse vorgesehen war, wird nun endgültig unter der linksseitigen Nebenallee am Ende der Avenue Alexander III. eingerichtet, gerade gegenüber dem Eingange des alten Industriepalastes. Die Zugangstreppen für beide Richtungen befinden sich also in unmittelbarer Nähe der Thore der Weltausstellung, wodurch es den Passagieren möglich sein wird, direkt von der Station in die Ausstellung zu gelangen, ohne durch das Gewirre des Strassenverkehrs behindert oder belästigt zu werden. Als eine der wichtigsten und interessantesten Stellen, nicht nur der Linie *1*, sondern des ganzen Metropolitanbahnnetzes, verdient wohl die Durchquerung der *Place de l'Etoile* bezeichnet zu werden, wo drei Linien bezw. fünf Strecken zusammentreffen, wie dies Fig. 1 und des näheren Fig. 3 es ersehen lassen. Für die beiden Linien *Porte Vincennes-Porte Maillot, 1* (Fig. 3), und *Place de l'Etoile-Trocadéro, 2*, ist ein Doppelbahnhof erbaut, der für die erstgenannte Linie eine Zwischenstation, für die zweitgenannte hingegen eine Endstation bildet, welch letztere in einer birnförmigen Geleisschleife liegt. Was aber

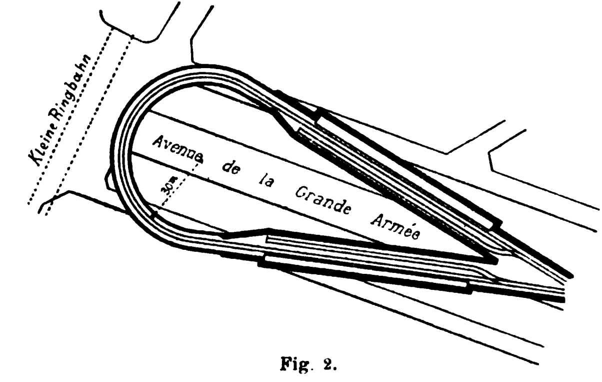


Fig. 2.
Lageplan der Endstation Porte de Dauphiné.

die dritte von *Porte Dauphiné* einlangende Linie *3* betrifft, so unterfährt dieselbe im direkten Verlaufe die linksseitige Schleife der Linie *2* und auch den Doppelbahnhof, um in der *Avenue de Wagram* in die zur *Place Clichy* weiterführende Ringlinie *2'* überzugehen. Eine etwa 200 m vor der *Place de l'Etoile* nach links ausbiegende Abzweigung *7* gelangt in die nach *Porte Maillot* führende Hauptlinie *1*, soll aber

nur als Rangiergeleis benutzt werden. Dasselbe gilt auch hinsichtlich eines Nebengeleises *8*, durch welches die Hauptlinien *1* mit dem Endbahnhofe der Trocadérostrecke *2* verbunden ist. Die Station *Place de l'Etoile* der Linien *3* bis *2'* liegt unmittelbar neben der obenerwähnten Doppelstation in der *Avenue de Wagram* derart, dass zu den sämtlichen Bahnsteigen eine gemeinsame Haupttreppe vorhanden ist, wodurch den Fahrgästen das beliebige Wechseln der Züge möglich wird, ohne erst zur Strasse emporsteigen zu müssen.

Diese hiermit nur im allgemeinen und wesentlichsten geschilderten Anlagen sind derzeit in voller, lebhafter Bauausführung begriffen. Die von der *Place de l'Etoile* nach

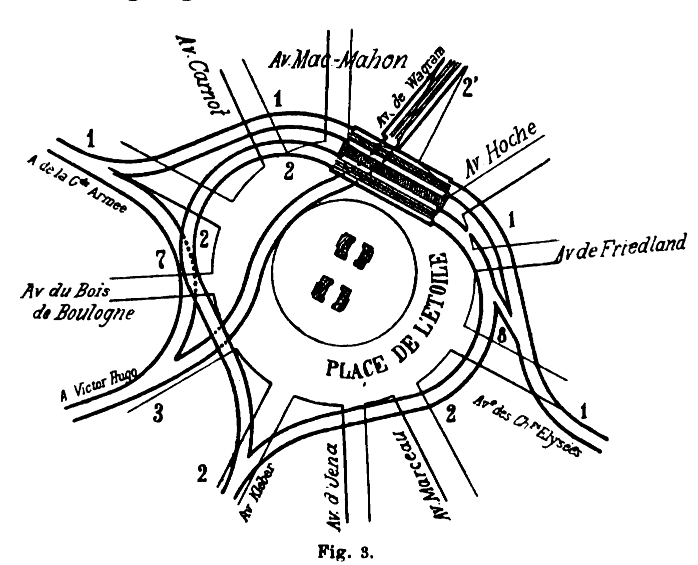


Fig. 3.
Unterirdische Geleisanlage der Metropolitanbahn an dem Place de l'Etoile.

dem *Trocadéro* führende Strecke *2* wird aber vorläufig nur etwa 125 m über die Station hinaus in der Richtung gegen den *Quai de Passy* fertiggestellt. Die Station *Trocadéro* erhält also nicht die gewöhnliche Anordnung als Endstation, sondern zum Geleiswechsel und Rangieren dienen daselbst bis zum späteren Ausbau lediglich die beiden soeben angeführten Geleisverlängerungen.

Eine ganz besonders widerwärtige und kostspielige Schwierigkeit erwächst der Bauausführung durch das mehrfache Zusammentreffen der Bahntrace mit den vorhandenen Stadtkanälen und mit der Wasserleitung. So trifft die Linie *1* die Sammelkanäle von *Coteaux, Rivoli, Sebastopol, Asnières, Montaigne* und *Marceau*. Nur vermöge einer nennenswerten Tieferlegung des Bahntunnels konnte der zuerst genannte Sammelkanal an seiner Stelle verbleiben. Gleich der nächste aber an der *Rue de Rivoli* musste, um der Bahn den Durchgang zu verschaffen, nächst der *Rue Bourg-Tibourg* beseitigt und durch drei neue, schmäler profilierte Abflusskanäle ersetzt werden, von denen der eine auf der rechten Seite der Rivolistrasse entlang mit der Bahnlinie parallel läuft und in den Sammelkanal der *Rue Sebastopol* übergeht, während der zweite in die *Rue des Halles, Saint Honoré* und *Avenue de l'Opéra* verlegt ist, um sich dem Hauptkanal der *Petits-Champs* anzuschliessen, und der dritte von der Pyramidenstrasse ausgehend nach der *Place de la Concorde* auf der linken Seite der Rivolistrasse verläuft und in den Sammelkanal der *Rue d'Asnières* einmündet. Eine Kollision der Bahnlinie mit den Sammelkanälen des *Boulevard Sebastopol* und der *Rue d'Asnières* an der *Place de la Concorde* konnte allerdings wieder durch Tieferlegung der Geleise umgangen werden, allein mit argen Schwierigkeiten und Fährlichkeiten, weil man dadurch gezwungen war, in wasserführende Bodenschichten einzudringen. Auf Grund der hier gemachten Erfahrungen ist dann der Sammelkanal *Montaigne*, welcher die Metropolitanbahn in den *Champs-Elysées* trifft, nicht unterfahren worden, obwohl dies möglich gewesen wäre, sondern man hat es vorgezogen, das Profil des in Rede stehenden Hauptkanals unter der *Rue Montaigne*, um für die Bahn Platz zu gewinnen, etwa auf die Hälfte zu verkleinern und als Ersatz einen neuen Kanal in der *Avenue Gabriel* zu erbauen. Endlich war man genötigt, unter der *Rue de la Pompe* einen neuen Sammelkanal herzustellen, der die Aufgabe hat, die Verbindung zwischen den Nebenkanälen, die dort infolge des Bahnbaues zerstört worden ist, wieder herzustellen. Dieser Verbindungskanal geht durch die *Avenue Bugeaud*, unterfährt die Metropolitanbahn-Zweiglinie *Place de l'Etoile-Porte Dauphiné* und mündet in den Hauptkanal *Pereire*. Es versteht sich von selbst, dass die in den Sammelkanälen vorgenommenen Umbauten auch zahlreiche Aenderungen in den Zuleitungen zur Folge hatten, und so hat man denn diesen verschiedenen Herstellungen eine Summe von 3841000 Franken opfern müssen. Ebenso haben die bisher ergebenen vielen Verlegungen der Wasserleitung nennenswerte Kosten verursacht, die sich rund auf 800000 Franken belaufen.

Um die Erdmassen zu beseitigen, welche infolge der für die Bahnzwecke erforderlichen Ausgrabungen angehäuft wurden, hatte man besondere Abfuhrstollen hergestellt, die an den Seinequais münden und hier in Abladegeleisen endigen. Solche Abfuhrstollen sind auf der Linie *1*, Fig. 1, zwischen der Station Saint Paul und der Avenue de l'Alma ihrer vier vorhanden, welche der Reihe nach 220, 246, 212 und 1125 m Länge besitzen. Die Herstellungskosten für die drei erstangeführten Stollen — der vierte war zur Zeit der Begehung und Berichterstattung noch nicht vollendet — berechnen sich mit 400000 Franken. Da auf sämtlichen Linien des Metropolitanbahnnetzes ausschliesslich elektrischer Betrieb eingeführt sein wird, steht nicht zu gewärtigen, dass sich in den unterirdischen Strecken ein Erfordernis für eigene Vorkehrungen zur Beschaffung frischer Luft herausstellen könne. Die Lufterneuerung wird also vorläufig lediglich durch die Aufgänge der Stationen besorgt werden, die im Durchschnitte etwa 540 m voneinander liegen. Ganz besonders reichlich wird hingegen sowohl auf den unterirdischen Stationen als längs den Tunnelstrecken für elektrische Beleuchtung gesorgt, so dass der Uebergang von Tageslicht zum künstlichen Licht den Fahrgästen kaum auffallen wird. Als Fahrgebühr für jede beliebige Strecke ist für die I. Klasse ein Einheitspreis von 20 Pf. und für die II. Klasse von 12 Pf. in Aussicht genommen.

B. Die neuen Linien der Westbahngesellschaft.

Mit Dekret vom 5. Juli 1893 hatte die französische *Westbahngesellschaft* die Ermächtigung erhalten, ihre Ringbahnlinie (Rive gauche) von den Gipsmühlen bis zum Invalidenplatze zu verlängern. Um diese Linie mit ihren übrigen in Paris mündenden Strecken in Verbindung zu bringen, wurden der genannten Gesellschaft durch ein Gesetz vom 14. Juli 1897 nachstehende drei Verbindungslinien konzessioniert, nämlich eine 6 km lange Schleife von *Courcelle*, Station der „inneren Gürtelbahn", nach *Passy* und zum *Champ de Mars*, wodurch zwischen Courcelle und der Ringbahnstation bei der *Avenue du Trocadéro* eine viergeleisige Strecke entsteht, dann die 10 km lange Linie von *Issy*, Station der „äusseren Gürtelbahn" nach der Westbahnstation *Viroflay* und schliesslich die Verbindungsstrecke von *Plaisir-Grignon* nach *Epone*, welche eine Länge von 18 km besitzen wird. Nach Herstellung der beiden letztangeführten Verbindungen wird es möglich sein, die aus der Bretagne ebenso wie jene aus der Normandie eintreffenden Züge nach Belieben auf einen der drei Endbahnhöfe *Montparnasse, Des Invalides* oder *De Saint Lazar* zu lenken. Ausserdem wird man mit Hilfe der Zweiglinie „Courcelle-Invalides" die innere Gürtelbahn einigermassen entlasten, die durch ihren Verkehrsumfang von 25 Millionen Kilometertonnen, der in den letzten Jahren jährlich durchschnittlich um eine Million stieg, übermässig in Anspruch genommen ist. Auch wird bereits daran gedacht, in nicht allzuferner Zeit die Verbindung des Westbahnnetzes mit dem der Orleansbahn herzustellen, was in Anbetracht der geringen Entfernung der Bahnhöfe „Aux Invalides" (Westbahn) und des Bahnhofes am „Quai d'Orsay" (Orleansbahn) ohne grosse Schwierigkeiten durchführbar erscheint.

Jene Teile der vorstehend angeführten Neuanlagen der Westbahngesellschaft, welche 1900 zur Weltausstellung fertig sein müssen, sind in Fig. 4 mit kräftigeren Strichen ersichtlich gemacht. Der Bahnhof „Aux Invalides" liegt fast ganz in einer tiefen Galerie; von hier aus tritt die doppelgeleisige Strecke in einen verdeckten Einschnitt von

etwa 250 m Länge, um sich dann dem Seineufer zuzuwenden. Die Ueberdeckung dieses Einschnittes, auf der während der Ausstellung eine Reihe der verschiedensten Baulichkeiten Platz finden sollen, ist nur eine vorläufige und wird nach der Ausstellung wieder beseitigt. Von der Zwischenstation „Champ de Mars" an ist es dann die ungeändert gebliebene alte Gürtelbahnlinie, welche längs des linken Seineufers die Fortsetzung der neuerbauten Strecke

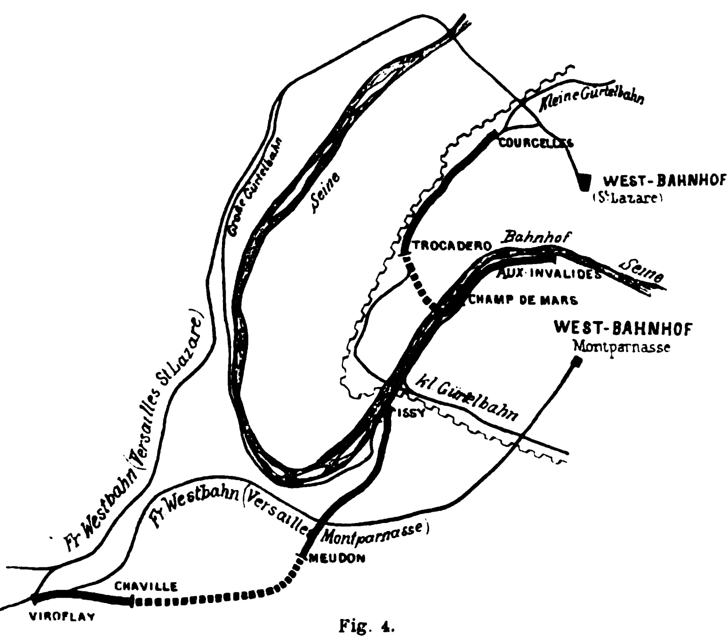


Fig. 4.

Situation der beiden Linien Courcelles-Champ de Mars und Issy-Viroflay.

bildet, bis zu der ungefähr 400 m ausserhalb der Festungswerke liegenden Station „Issy", wo dann die zweite neuerbaute Strecke über *Meudon* und *Chaville* nach *Viroflay* abzweigt. Diese Linie durchschneidet die Ebene von *Issy* teils auf Dämmen, teils auf Viadukten, zieht sich dann an der Lehne des Höhenzuges hin, der Issy überragt, zu deren Ende sie sich nach links wendet und unter einem Bogen des Viaduktes der Hauptlinie der Westbahn (Versailles-Montparnasse) diese Bahn kreuzt, um in das Fleurithal und darauf in das Thal von *Meudon* einzutreten, von wo aus sie den ganzen Meudonwald mittels eines 3350 m langen Tunnels passiert, der bei *Chaville* mündet. Kurz darauf nähert sich die neue Trace wieder der alten Westbahnlinie, unterfährt dieselbe neuerdings und läuft dann neben ihr parallel bis zur Einmündungsstation *Viroflay*. Der bedeutende Höhenunterschied zwischen *Issy* und *Viroflay* wird durch Steigungen gewonnen, welche gleichmässig von *Issy* bis *Meudon* 10 ‰, im Tunnel 8 ‰ und von *Chaville* bis *Viroflay* wieder 10 ‰ betragen. Die Herstellung dieser Strecke erforderte bedeutende Erdarbeiten und im Tunnel eine Reihe besonderer Einrichtungen für die Entwässerung, Lüftung und Beleuchtung. Namentlich im Fleurithale waren auch vielfach Sicherungen gegen Rutschungen durchzuführen und zu dem Ende Dämme sowie Lehnenabschnitte mit ausgedehnten Entwässerungen und Stützmauern zu versehen. Grosse Schwierigkeiten ergaben sich ferner bei den Fundierungen für die Pfeiler der in der Strecke vorhandenen fünf grossen Viadukte, und zwar in der Ebene von *Issy* infolge des Flugsandbodens, der vom Seinewasser durchdrungen ist, sowie auch infolge der Tiefe, welche sich für die Grundmauern der Pfeiler erforderlich machte. Man musste nämlich zumeist bis unter das Niveau der Seine und dabei durch die Höhlen und unterirdischen Gänge niederteufen, die in dieser Gegend in die Kreide von Meudon gegraben sind und der Champignonzucht dienen. Der grosse Tunnel wurde auf der Seite gegen *Meudon*, wo der Boden weich und trocken ist, nach der belgischen Methode ausgeführt, die durch Verwendung eines Fahrstuhles, der an den Verbindungsstellen der Arbeitsplätze hin und her fuhr, vervollkommnet worden war. Auf der Seite gegen *Chaville* musste jedoch mit Rücksicht auf das ungünstige Material die Schildmethode angewendet werden. Zu den bereits angeführten Kunstbauten kommt auch noch eine Verbreiterung der zwischen Chaville und Viroflay bestehenden Brücke der alten Westbahnlinie *Versailles-Montparnasse*, die nunmehr vier Geleise aufzunehmen hat. Endlich ist auch noch erwähnenswert, dass mit Rücksicht auf die zu ändernde Geleisanlage eine Verschiebung des alten Aufnahmegebäudes der Station *Viroflay* vorgenommen werden wird.

Noch weitaus kostspieliger und schwieriger gestaltete sich die Bauausführung der Verbindungsstrecke von *Courcelles* nach *Passy* und bis zum Bahnhofe „Champ de Mars", welche von dem Punkte, wo sie die Trace der kleinen Ringbahn verlässt, d. i. von der *Rue Alphonse de Neuville* bis zum Anschlusse im *Champ de Mars* 5605 m, vom Bahnhofe „St. Lazar" aus 8120 m Länge besitzt. Sie weist in Hinsicht auf Bauschwierigkeiten zwei sehr ungleiche Teilstrecken auf, nämlich die in Fig. 5 im vergrösserten Massstabe veranschaulichte Strecke vom Bahnhofe „Champ de Mars" bis zur *Avenue du Trocadéro* einerseits und ihre Fortsetzung bis nach Courcelles (vgl. Fig. 4) andererseits. Der erstgenannte Teil trennt sich von der Ringbahn (Gipsmühlenlinie) bei dem kleinen Viadukt bei *Passy* und läuft von da ab vorläufig mit der letztgenannten Linie parallel bis zur Rue des Usines; von da wendet sie sich nach rechts, um den Viadukt bezw. die Brücken zu erreichen, welche die Ueberfahrt über die Seine vermitteln. Dieser Viadukt wird

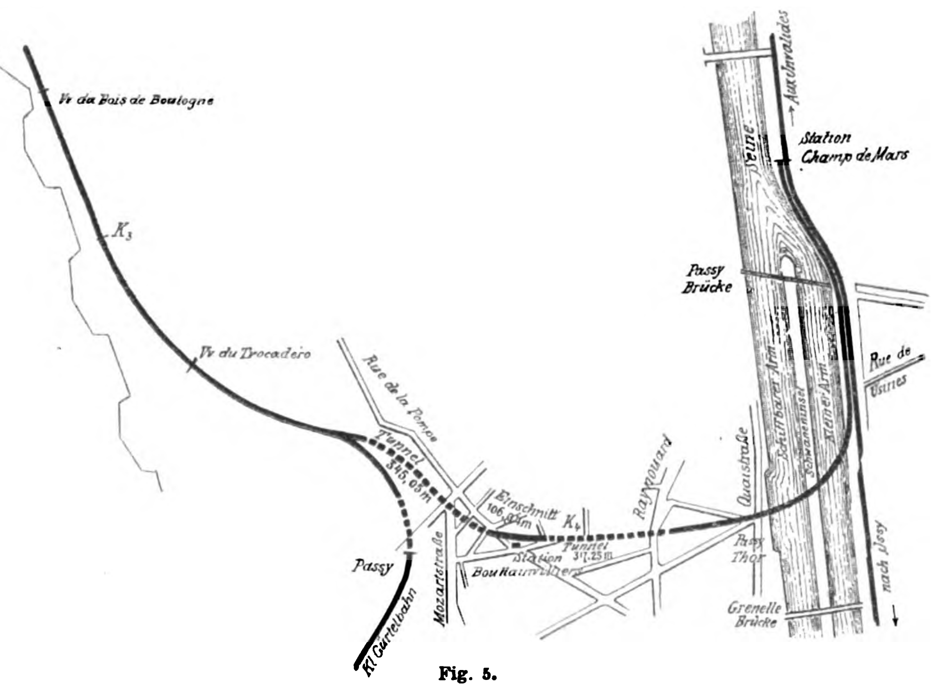


Fig. 5.

Situation des Abschnittes Trocadéro-Champ de Mars.

eine äusserst scharfe Krümmung erhalten und eigentlich aus zwei Hauptviadukten bestehen, von denen der eine den kleinen Arm der Seine, der andere die schiffbare Seine überbrückt. Ersterer besteht aus drei, von eisernen Gitterpfeilern getragenen Feldern, von denen die beiden äusseren 19,20 bezw. 33,50 m und das mittlere 43 m Spannweite besitzen. Die Achse dieses Viaduktes bildet ein derartiges Polygon, dass die Geleise in einen Bogen von 155 m verlegt werden können. Zur Ueberbrückung des schiffbaren Seinearmes wird nur ein einziges Feld mit Bogenträgern von 85 m Spannweite dienen, die die Flussachse unter einem

Winkel von 67° schneiden. Man hat sich zu dieser Konstruktion, die der Schiffahrt freien Weg gewährt, sowohl aus Schönheitsrücksichten veranlasst gefunden, als aus Rücksichten für die Erleichterung des Bahnbetriebes, der durch eine Dreh- oder eine Klappbrücke entschieden wesentlich erschwert worden wäre. Die beiden Brücken über den kleinen Arm und den schiffbaren Arm der Seine sind durch ein gemauertes Zwischenfeld verbunden, das mit seinem elliptischen Bogen die ganze Breite der Schwaneninsel überspannt. Dem über den schiffbaren Arm gespannten Brückenfelde gliedern sich vier weitere Felder eines ge-

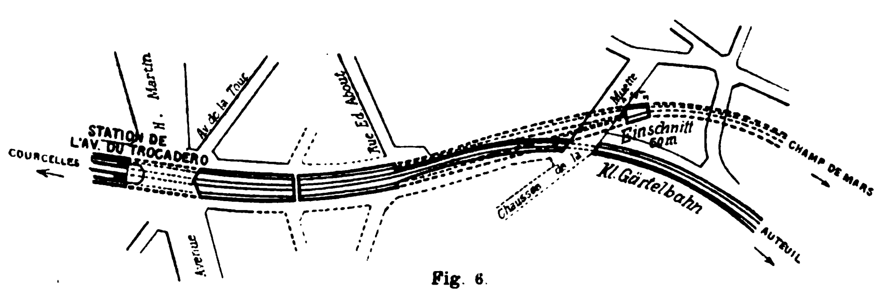


Fig. 6.
Vereinigung der Linie Champ de Mars mit der Ringbahn (Kleine Gürtelbahn).

mauerten Viaduktes an bis zum Passythore, wo die Quaistrasse durch eine 20 m breite, aus eisernen Blechträgern hergestellte Durchfahrt überbrückt wird und als Fortsetzung der Linie wieder fünf weitere gemauerte Viaduktbogen eingebaut sind. Von da an läuft die Strecke auf Dämmen weiter, um schliesslich zur Durchquerung der Höhen von Passy zunächst der Raynouardstrasse in einen Tunnel einzutreten. Letzterer besitzt eine Länge von 317,25 m und stösst an einen offenen Einschnitt von 106,94 m, der ganz in der Nähe der Kreuzung der *Rue Boulainvilliers* und der Weinrebenstrasse vorübergeht, wo eine Haltestation errichtet wird. Hinter dem Einschnitte geht die Trace neuerlich unterirdisch weiter, und zwar parallel mit der Rue de la Pompe in einem Tunnel von 345,05 m, der knapp vor der nach *Muette* führenden Landstrasse in einen offenen Einschnitt von 50 m Länge endigt. Dieses Stück der Teilstrecke „Champ de Mars-Avenue du Trocadéro" ist in Fig. 6 und 7 besonders erläutert. In dem vorbezeichneten Einschnitt vor der *Chaussée de la Muette* (Fig. 6) beginnt eine Gabelung des Doppelgeleises, das sich in zwei völlig voneinander gesonderte, eingeleisige Strecken umwandelt. Diese beiden Strecken treten nun wieder in Tunnels ein, die natürlich voneinander getrennt und nur eingeleisig profiliert sind, und verlaufen in dieser Art bis zur Rue Edmound About. Auf diesem Wege schliesst sich das rechtsseitige Geleise seitlich an die Ringbahn (Kleine Gürtelbahnlinie *Courcelles-Auteuil*) an, mit dieser parallel weiterlaufend, während das linke Geleise die Ringbahn unterfährt (Fig. 7), und sich successive an der anderen Seite der Auteuilerstrecke anschliesst, so dass die beiden Geleise der Champ de Marslinie nach ihrem Austritte aus den Tunnels die alte Ringbahnlinie rechts und links einfassen. Die vereinigten Strecken verlaufen nun hinter der *Rue Edmound About* viergeleisig in einem nur unter der *Avenue de la Tour* überwölbten, sonst aber offenen Einschnitt, der unmittelbar vor der Station „Avenue du Trocadéro" endigt.

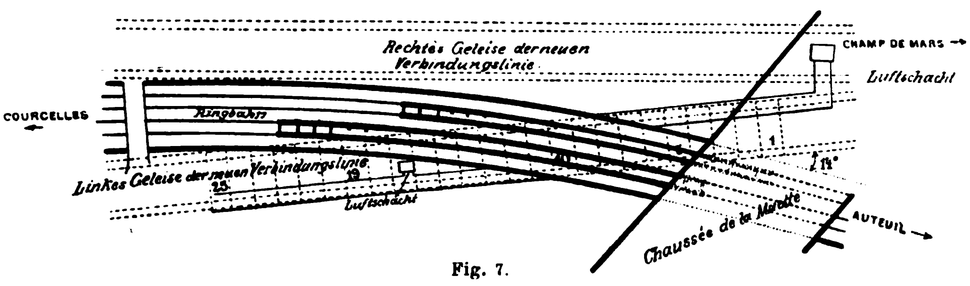


Fig. 7.
Unterfahrung der Ringbahn (Kleine Gürtelbahn) durch das rechte Geleise der Champ de Mars-Linie zwischen der Avenue du Trocadéro et Passy.

Die Bauausführungen für den zweiten 3600 m langen Teil der in Rede stehenden Verbindungslinie begreifen im wesentlichen nur solche Arbeiten, welche sich durch die Umgestaltung der alten, bis *Courcelles* durchaus in Einschnitten liegenden, zweigeleisigen Strecke in eine viergeleisige ergaben, und man bewerkstelligte dies, indem die erforderliche Verbreiterung je nach den örtlichen Verhältnissen rechts oder links vorgenommen wurde. Sobald die neue Verbindungslinie in Betrieb gesetzt wird, dann werden die beiden Geleise, die auf der der Stadt zugekehrten Seite liegen, den gegen *Champ de Mars* und *Auteuil* verkehrenden Zügen vorbehalten sein, die beiden anderen hingegen werden die von *Auteuil* und von *Champ de Mars* kommenden Züge aufzunehmen haben. In jeder der vier Doppelstationen „Courcelles-Levallois", „Neuilly-Port Maillot", „Avenue de Bois de Boulogne" und „Avenue du Trocadéro" werden die beiden Geleise, welche von den in gleicher Fahrtrichtung verkehrenden Zügen durcheilt werden, mit getrennten Bahnsteigen versehen, damit dem Publikum über das Ziel der Züge keinerlei Irrtum erwachsen könne. Diese Perrons werden von aussergewöhnlich hoher Bauart sein, und zwar mit ihrem Niveau 0,85 m über Schienenoberkante liegen.

Auf dem Streckenabschnitte von *Courcelles* bis zum *Trocadéro* wird aufs eifrigste an der Ausführung der Neubauten gearbeitet, ohne den ausserordentlich lebhaften Verkehr auf der Gürtelbahn irgendwie zu stören. Die alten Böschungen sind durchwegs weggerissen und durch Stützmauern ersetzt worden. Da wo der vorhandene Durchstich zu schmal ist und bis unter die Bürgersteige der anschliessenden Strassen erweitert werden muss, stellt man die Einschnittwände aus Betonmauern her, die Auslader erhalten, auf welchen die beseitigten Trottoirs wieder errichtet werden. Derartige Strassengalerien finden sich besonders reichlich nächst des Bahnhofes „Courcelles" und längs des Boulevard *Pereire*. Die vorgedachten Auslader oder Konsolen sind nach *Monier*'s Bauweise aus Cement und Eisenflechtwerk hergestellt und untereinander durch Gewölbsbögen derselben Bauweise verbunden. Diese Ausführungsart gestattet weitaus grössere Ausladungen, wie ein gewöhnlicher Ziegelbau und kommt doch noch billiger als Eisenkonstruktionen. Innerhalb eines und desselben Streckenstückes sind diese Trottoirgalerien natürlich schon aus Schönheitsrücksichten aus ganz gleichen Tragfeldern hergestellt, doch die verschiedenen Streckenstücke weichen sehr voneinander ab, da die Spannweite zwischen den Konsolen und die Ausladung der letzteren eben von den sehr ungleichen örtlichen Bedürfnissen abhängen. So schwankt die gegenseitige Entfernung der Konsolen zwischen 2,50 bis 3 m und das Mass der Ausladung zwischen 0,80 m und 3,50 m. Auch die Bogenhöhe der die Konsolen verbindenden Gewölbe ist natürlich sehr verschieden. So hat man beispielsweise am Saume der *Place Pereire*, dann der Avenue du Bois de Boulogne und der Avenue Henri-Martin ganz flache Gewölbe anbringen müssen und in der *Rue de la Grand Armée* ist man sogar gezwungen gewesen auf Untermauerungen überhaupt zu verzichten und lediglich eiserne Tragröste anzuwenden, um nicht das normale Profil der Bahn zu beengen. Es stellt sich ferner die Notwendigkeit heraus, die in den Stationen „Neuilly", „Port Maillot" und „Bois de Boulogne" bestandenen alten Aufnahmsgebäude der Gürtelbahn vollständig umzubauen. Desgleichen müssen alle Brücken, Durchlässe und Kanäle der in Betracht kommenden Ringbahnstrecke am Planum um 16 m verbreitert werden.

Zur Fortschaffung des ausgehobenen Schuttmaterials sind an allen grösseren Arbeitsstellen Nebengeleise in die Gürtelbahn eingelegt und darüber 1,5 bis 2 m hohe Schuttgerüste erbaut, wo das mittels Hundebahn zugeführte Material auf die darunter aufgestellten Erdwagen ausgeschüttet wird. Die beladenen Erdwagen werden nachts in langen

Zügen weggebracht und durch leere ersetzt. Der Schutt selbst wird nach Issy oder auch nach Viroflay verführt und dort als Anschüttungsmaterial verwendet. Ganz ausserordentliche Schwierigkeiten hat der Bau der beiden eingeleisigen Tunnels verursacht und besonders der des linken Geleises bei der Unterfahrung der Ringbahn (Fig. 7), welche Kreuzung unter einem Winkel von nur 14° bewerkstelligt werden musste. Ausserdem war hier für den Durchgang nur eine knapp zureichende Höhe zur Verfügung, so dass der Unterschied zwischen dem Gewölbsrücken des Tunnels und der darüberliegenden Ringbahngeleise nur 0,68 m beträgt. Aussergewöhnliche Massnahmen machte an dieser Stelle endlich auch der Umstand notwendig, dass der neu zu erbauende Tunnel einen Teil des vorderen Pfeilers an der Ueberbrückung der Chaussée de la Muette durchschneiden musste. Trotz aller dieser Widrigkeiten wurde die Unterfahrung in weniger als 10 Wochen fertiggestellt, ohne irgendwie Betriebsstörung auf der Ringbahn verursacht zu haben, was als eine ganz hervorragende, seltene Leistung gelten darf, wenn man bedenkt, dass die Baustelle täglich von mehr als 400 Zügen befahren worden ist. Was die beiden zwischen *Champ de Mars* und *Trocadéro* im Bau begriffenen zweigeleisigen Tunnels anbelangt, so besitzen dieselben genau den gleichen Querschnitt. Das einen gedrückten Bogen bildende Deckengewölbe besteht aus drei Bogen, nämlich aus den beiden Anlaufbogen von je 3,70 m Halbmesser und dem Scheitelbogen von 4,80 m Halbmesser. Die hauptsächlichsten Abmessungen sind nachfolgende: Gewölbsstärke am Schlusse 1,00 m, am Anlauf 1,25 m; Dicke der vertikalen Fusswände am Gewölbswiderlager 1,25 m, am Fussende 1,75; lichte Weite zwischen den Tunnelwänden 9,00 m. An den Stellen, wo der Tunnel durch Thonschichten geht und die Gefahr nicht ausgeschlossen erscheint, dass durch Blähung des Materials eine Verschiebung der Seitenwände erfolgen könnte, ist das Fussgewölbe durch eingezogene Eisenschliessen oder durch eiserne Röste noch besonders verstärkt und versichert. Interessant ist die Methode, welche man anwendet, um die am Aussenrand des Tunnelgewölbes durch die Risse und Verbrüche des Deckmaterials (Kalk, Kreide oder Thon) entstehenden Hohlräume zu verschliessen und abzudichten.

Zu diesem Zwecke sind nämlich in bestimmten Entfernungen voneinander 5 cm starke Löcher im Deckengewölbe ausgespart, in welche man einen Schlauch einführt, durch den mittels einer Handpumpe flüssiger Cementmörtel eingetrieben wird. Letzterer wird immer erst an der Arbeitsstelle mit Hilfe einer Mischmaschine nach Massgabe und zur Zeit des Bedarfes angemacht. In jedem der grossen Tunnels wird der Luftwechsel durch eine Anzahl ins Freie führende Querschläge und einen in der Tunnelmitte hergestellten Luftschacht von 10 qm Querschnitt vermittelt; würden sich diese Vorkehrungen als unzulänglich erweisen, so werden sie durch die Indienststellung von elektrisch angetriebenen Ventilatoren unterstützt werden. Es sind diesfalls dieselben Apparate in Aussicht genommen, wie sie bei der Orleansbahn in Benutzung stehen, und die bei einer Geschwindigkeit von 85 Umdrehungen in der Minute 50 cbm Luft pro Sekunde liefern, d. i. innerhalb einer Stunde 3mal so viel als von 400 Zügen verbraucht wird, und 10- bis 11mal so viel als das ganze Luftvolumen des Tunnels ausmacht. Die beiden eingeleisigen Tunnels werden durch einfache ausgemauerte Querstollen gelüftet, welche von 20 zu 20 m hergestellt sind, und die Stützmauern der Gürtelbahn durchbrechend ins Freie führen. Gegenwärtig sind die einspurigen Tunnels bereits nahezu fertig und die Arbeit an den zweispurigen gleichfalls schon soweit vorgeschritten, dass die rechtzeitige Vollendung der ganzen Verbindungslinie zu Anfang des kommenden Jahres ausser Frage steht.

Zur Zeit ist man eben auch damit beschäftigt, zunächst des Bahnhofes bei den Gipsmühlen zwischen der Seine und der Bahnlinie das Elektrizitätswerk zu erbauen, welches die für die Beförderung der Lokalzüge auf der Linie Aux Invalides-Versailles erforderliche Kraft zu beschaffen, ausserdem die Beleuchtungsanlagen sämtlicher Stationen der neuen Linien bis Courcelles und Viroflay zu speisen und den Betriebsstrom für eine Reihe anderer Hilfseinrichtungen, namentlich auch für Luftpressen zu liefern hat. Sie wird Dynamomaschinen von 800 Kilo-Watt erhalten, deren jede einen Dreiphasenstrom von 5000 Volt Spannung erzeugen wird. Dieser hochgespannte Strom wird in unterirdischen Kabeln nach drei Transformatoren geleitet, von denen sich je einer auf der Station „Champ de Mars“, „Meudon“ und „Viroflay“ befindet. In jeder dieser Unterstationen kommen statische Transformatoren zur Aufstellung, die rotierende Kaverter speisen, welche den Wechselstrom von 5000 Volt in Gleichstrom von 550 Volt umwandeln. Von den Kavertern wird der Strom unmittelbar der als Schienenstrang ausgeführten Betriebsleitung zugeführt, von der er seitens der Lokomotiven mittels Gleitschuhkontakten abgenommen wird.

Ausser den elektrischen Lokomotiven sind für den Vororteverkehr auch noch vier Pressluftlokomotiven vorgesehen, um den elektrischen Betrieb zu unterstützen und namentlich für die Tunnels von *Passy* und *Meudon* als Reserve zu dienen. Für diese Lokomotiven befindet sich in der Station „Aux Invalides“ eine Speisestelle mit elektrischem Betrieb der Luftpressen, welche die aus der städtischen Pressluftleitung mit 6 kg Spannung bezogene Luft vermittelst zweier Zwischenstufen bis auf eine Spannung von 80 kg komprimiert.

Unter den sonstigen Nebeneinrichtungen, welche die besagte elektrische Zentrale mit Betriebsstrom zu versehen haben wird, gehören u. a. auch noch zur Beseitigung des Sickerwassers dienende Saugpumpen, und in allen Stationen bis Viroflay Gepäcksaufzüge, Fahrstühle, Spille zum Wagenverschieben, Drehscheiben und Schiebebühnen u. s. w., insoweit daselbst derartige Einrichtungen vorhanden sind. Endlich soll das Elektrizitätswerk künftighin die gesamten Betriebskräfte für die Reparaturwerkstätten in *Batignolle* beistellen. Was hinsichtlich des Baues der Strecke hervorgehoben wurde, gilt auch in betreff des grossartigen Elektrizitätswerkes, nämlich dass ohne Zweifel der Vollendungstermin pünktlich eingehalten werden wird. Diese lediglich von den Ingenieuren der Westbahn entworfenen und ausgeführten Anlagen sind so bedeutend und werden nichtsdestoweniger so rasch der Vollendung zugeführt, dass sie in der That der genannten Eisenbahngesellschaft zum grössten Ruhme gereichen. (Schluss folgt.)

Dampfturbine von Parsons.

Im Anschluss an den Aufsatz von *W. Müller* in Cannstatt: „*Die Laval'sche Dampfturbine*“ in *D. p. J.* 1899 **313** * 145 dürfte es unsere Leser interessieren, etwas Näheres über die dort kurz erwähnte Dampfturbine von *Parsons* zu erfahren. Wir entnehmen die folgenden Mitteilungen der Zeitschrift *Engineering* vom 18. und 25. August 1899.

Parsons lässt bekanntlich den Dampf durch feststehende Leitschaufeln gegen die Laufradschaufeln treten, führt den aus diesen austretenden Dampf dann wieder durch einen neuen Kranz von Leitschaufeln gegen eine zweite Schar von Laufradschaufeln und wiederholt dieses Verfahren eine ganze Anzahl von Malen hintereinander. Er benutzt also nicht das gesamte zur Verfügung stehende Druckgefälle in einem Male, sondern teilt es in viele kleine Teile, um so einerseits eine möglichst hohe Ausnutzung der im Dampfe enthaltenen Kraft zu erreichen, andererseits die Umdrehungs-



zahlen der Turbine derart herabzumindern, dass sie ohne Uebersetzung mit der anzutreibenden Maschine gekuppelt werden kann. Trotzdem sind die Umdrehungszahlen noch immer bedeutende und machen namentlich besonders sorgfältig konstruierte Lager notwendig. Versuche mit Wellen, welche bis zu 40000 Umdrehungen in der Minute machten, hatten gezeigt, dass die Lager in gewisser Beziehung elastisch sein mussten, und man hatte daher zunächst die Konstruktion Fig. 1 gewählt. Auf eine Röhre, in welcher sich die Welle dreht, sind Ringe von abwechselnd kleinerem und grösserem Durchmesser geschoben, von denen die grösseren in die Bohrung des Lagerbockes, die kleineren auf die Röhre passen. Durch eine Spiralfeder und Schraubenmutter werden diese Ringe gegeneinander gepresst. Ein breiterer Ring, der zuletzt über die Röhre geschoben ist, passt sowohl in den Lagerbock wie auf die Röhre, und bietet so eine Stütze. Tritt nun infolge nicht genügender Ausbalancierung ein Schlagen der Welle ein, so werden die Ringe eine Dämpfung der Bewegung herbeiführen, ohne selbst stark abgenutzt zu werden, da alle Zwischenräume mit Oel gefüllt sind. Obgleich sich diese Lager ganz gut bewährten, ging man doch, weil sich nach längerer Zeit eine Abnutzung zeigte, zu dem Lager Fig. 2 und 3 über, das jetzt bei allen Turbinen von *Parsons* angewendet wird. Ringe und Spiralfeder sind hier ersetzt durch drei konzentrische Röhren aus Messing oder Stahl, die sich läufig übereinander schieben lassen. Es hat sich gezeigt, dass das zwischen die Röhren tretende Oel ein selbst zentrierendes Kissen bildet, welches die Schaftschwingungen vorzüglich dämpft, und der Versuch hat bewiesen, dass das Oel niemals vollständig zwischen den Röhren herausgedrückt wird.

Fig. 1. Fig. 2. Fig. 3.
Lagerkonstruktionen.

Ursprünglich wurden die Schaufeln, ähnlich wie die Zähne bei Zahnrädern, am Umfange von Ringen aus gegossenem Messing oder geschmiedetem Deltametall ausgefräst; aber es zeigte sich, dass infolge verborgener Risse leicht ein Zerspringen dieser Ringe eintrat. Heute stellt man die Schaufeln einzeln durch Pressen oder Ziehen aus Phosphorbronze her und setzt sie in schwalbenschwanzförmige Nuten des Gehäuses bezw. der Welle ein. Bei diesem Verfahren ist ein Bruch so gut wie ausgeschlossen.

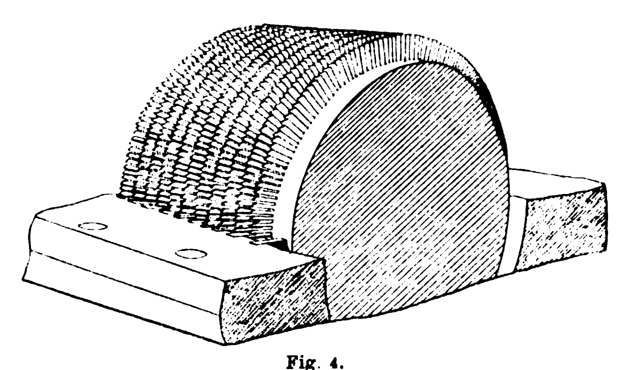


Fig. 4.
Anordnung der Schaufeln.

Die Anordnung der Schaufeln im allgemeinen ist aus Fig. 4 zu ersehen, die im Gegensatz zu der Zeichnung im Aufsatz von *W. Müller* achsiale Schaufelanordnung zeigt, und im übrigen wohl ohne Erklärung verständlich ist.

Die Regulierung der Maschinen findet in der Weise statt, dass der Regulator mit Hilfe eines Hebels einen Schieber beeinflusst, der ausserdem sich in gleichen Zeiträumen auf und ab bewegt, und dadurch Dampf über oder unter einen Kolben treten lässt, der nun seinerseits das Hauptventil für die Dampfeinströmung öffnet und schliesst. Infolgedessen tritt der Dampf bei kleinen Belastungen nur in einzelnen, kurzen Stössen in die Maschine ein, die, je grösser die Belastung wird, um so länger dauern, bis sie schliesslich bei voller Belastung zu einem ununterbrochenen Strome werden. Durch diese Anordnung soll einerseits eine grosse Oekonomie im Dampfverbrauch erzielt werden, andererseits sollen alle regelnden Teile in steter Bewegung bleiben, um in ihnen die Reibung zu vermindern und dadurch die Reguliergeschwindigkeit zu vergrössern.

Die ersten Dampfturbinen von *Parsons* wurden 1885 gebaut, und es ist sicher als ein gutes Zeichen für ihre Brauchbarkeit anzusehen, dass einer dieser ersten Motoren noch bis in die jüngste Zeit im Betriebe gewesen ist und nur durch einen neuen ersetzt wurde, weil er in seiner Grösse nicht mehr ausreichte.

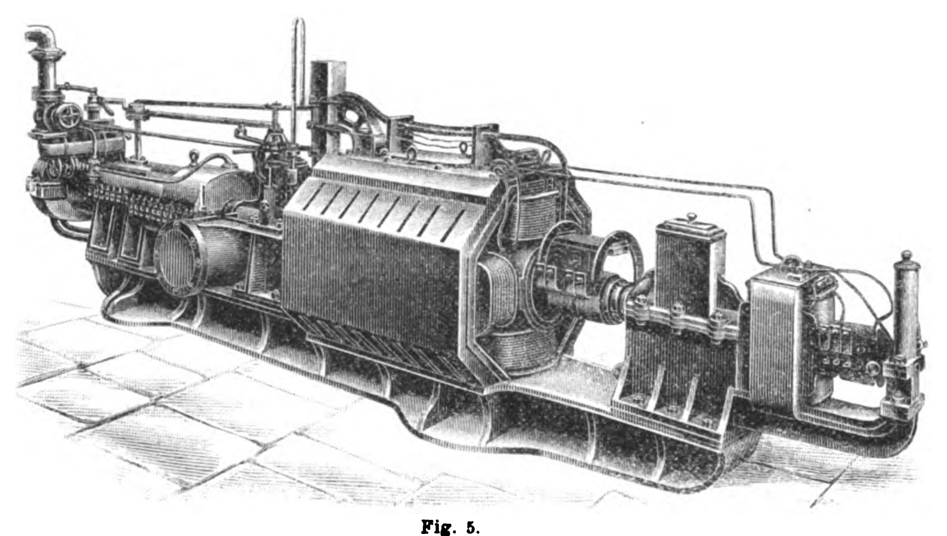


Fig. 5.
Turbine mit Dynamomaschine direkt gekuppelt.

Was den Dampfverbrauch anlangt, so wird versichert, dass die Turbinen darin guten Verbunddampfmaschinen mit Kondensation gleichkommen, und es werden zum Beweise dafür Versuche von Prof. *Ewing* angeführt, die schon früher veröffentlicht sind [1]).

Heute bestehen zwei Fabriken in England, welche sich mit dem Bau dieser Dampfturbinen beschäftigen, von denen die eine in Heaton-on-Tyne nur stationäre, die andere in Wallsend-on-Tyne nur Schiffsmaschinen herstellt. Schon sind eine grosse Anzahl Turbinen hergestellt und in Betrieb gesetzt. Unter den aufgezählten Anlagen interessiert uns wohl hauptsächlich eine solche von 2×1000 Kilo-Watt für das *Elektrizitätswerk* in Elberfeld, deren Bau kürzlich beendet ist. Die mit den Turbinen direkt gekuppelten Generatoren für Elektrizität werden wegen der noch immer sehr hohen Umdrehungszahlen, 1500 bis 4800 in der Minute, ebenfalls von der genannten Fabrik gebaut, um so Motor und Maschine zu einem organischen Ganzen ausbilden zu können (Fig. 5).

Näher beschrieben wird die Anlage der *Newcastle and District Electric Company at Forth Banks*, welche mit drei Generatoren zu je 75 Kilo-Watt 1889 eröffnet wurde; heute werden in dem Maschinenraume, der nur 365 qm gross

[1]) Siehe *Engineering* Bd. 53 S. 52.



ist, 1720 Kilo-Watt, ja bei Inanspruchnahme der gesamten Reserve 3200 Kilo-Watt erzeugt. Die durch die Maschinen hervorgerufenen Erschütterungen sind so gering, dass der Raum, in welchem sie stehen, und ein grosses Zeichenbureau eine durchgehende Wand besitzen, ohne dass sich bis jetzt Unzuträglichkeiten herausgestellt hätten. Hieraus ergibt sich ohne weiteres auch, dass die Herstellung der Fundamente eine sehr leichte und billige sein kann. Die Kosten der Erzeugung elektrischer Energie mit Hilfe von *Parsons'* Dampfturbinen beleuchtet schliesslich folgende von der obengenannten *Electric Company* angegebene Tabelle, die gleichzeitig ein interessantes Bild der einschlägigen englischen Verhältnisse überhaupt gibt, und ausserdem auch durch die niedrigen Ausgaben für Reparatur und Neuanschaffungen der ausführenden Firma ein gutes Zeugnis ausstellt:

räume für die Passagiere, freiere Promenade auf Deck und überhaupt eine grössere Bequemlichkeit für die Reisenden, als das bei der gewöhnlichen Bauart möglich ist. Das Gepäck soll in besonderen Packkörben in zwei grossen Verschlägen so aufgestapelt werden, dass es am Reiseziel direkt durch Hafenkrane in besonders dazu eingerichtete Eisenbahnwagen verladen werden kann, um so eine rasche Weiterreise zu ermöglichen. Würde ein solches Fahrzeug auf der Dieppe-Newhavenlinie verkekren, so würde dadurch die kürzeste Reise zwischen London und Paris ermöglicht und gegen heute dabei ungefähr ½ Stunde gewonnen werden.

In seiner Begrüssungsrede betonte der Präsident derjenigen Abteilung der *British Association*, welcher der obige Bericht vorgelegt wurde, der Chefkonstrukteur der englischen Marine, *Sir William White*, die Wichtigkeit der neuen Erfindung. Er legt den Hauptwert auf die dadurch

Kosten für eine Einheit elektrischer Energie in Pfennig.

Für die Jahre, welche mit dem 31. Dezember endigen	1891	1892	1893	1894	1895	1896	1897	1898
Bezahlte Kilo-Watt	206,017	290,469	388,422	431,662	471,662	541,134	642,969	778,828
Löhne	6,12	5,43	4,84	5,18	4,76	4,33	4,00	3,74
Oel, Putzwolle u. s. w.	1,78	2,30	1,53	1,10	1,19	1,10	1,10	0,94
Kohlen und Wasser	12,15	10,36	7,82	6,54	5,69	5,69	5,61	5,18
Pacht, Steuern	2,89	2,30	1,87	2,04	2,38	3,06	2,12	1,53
Gehälter, Spesen des Direktors, Bureauausgaben	5,01	3,91	5,18	4,42	5,01	4,16	3,74	3,40
Reparaturen und Neuanschaffungen	0,85	1,87.	1,19	1,27	1,02	1,10	1,27	1,36
	28,80	26,17	22,43	20,55	20,05	19,44	17,84	16,15

Dass die Dampfturbinen von *Parsons* thatsächlich längst aus dem Versuchsstadium heraus sind und in den Kreisen der englischen Fachleute der ernstesten Beachtung gewürdigt werden, sehen wir ferner aus den folgenden Mitteilungen, die einigen späteren Nummern des *Engineering* entnommen sind [2]:

Der Versammlung der *British Association*, welche im September 1899 in Dover stattfand, legte *Parsons* das Modell eines „schnellen Kanalkreuzers“ [3]) vor, welcher von Dampfturbinen seines Systems getrieben werden soll. In dem gleichzeitig überreichten Berichte spricht er zunächst von Versuchen, die mit einem kürzlich vollendeten Torpedobootzerstörer angestellt sind. Hat schon die „*Turbinia*“ nach den Versuchen des Prof. *Ewing* etwa 6,6 kg Dampf für 1 PS_i/Std. bei einer Geschwindigkeit von 32 Knoten und sogar noch etwas weniger bei der höchsten überhaupt erreichten Geschwindigkeit von 34½ Knoten gebraucht, so hofft man nach den vorbereitenden Versuchen mit dem Torpedobootzerstörer mindestens auf 35 Knoten Geschwindigkeit zu kommen und den Dampfverbrauch noch mehr herunter zu drücken, so dass derselbe nicht grösser als bei unseren besten Dreifach-Expansionsmaschinen sein wird. Als sonstige Vorteile sind besonders zu nennen: Das Gewicht der Maschine, der Welle und des Propellers bleibt unter ½ desjenigen eines Schraubendampfers, unter ⅓ von dem eines Raddampfers. Auch der Rumpf kann leichter gebaut werden, da die Massenkräfte fortfallen. Aus demselben Grunde hören die unangenehmen Vibrationen fast gänzlich auf, wodurch die Fahrt derjenigen auf Segelschiffen ähnlich wird. Mit dem kondensierten Dampf gelangt kein Oel mit in den Kessel, so dass dieser weniger stark angegriffen wird und darum auch seltener revidiert zu werden braucht. Das vorgelegte Modell zeigt vergrösserte Wohn-

[2]) Siehe *Engineering* Bd. 58 S. 373 und 374, S. 383 und 384.

[3]) So übersetzen wir das englische „cross Channel steamer“, welches Schiffe bezeichnet, die nur zur Ueberfahrt nach dem Kontinent dienen, für länger dauernde Seereisen jedoch nicht eingerichtet sind.

erzielte Verminderung des toten Gewichtes; wurden doch bei der „*Turbinia*“ 100 PS_i für jede Tonne des Antriebsmechanismus entwickelt. Sodann hebt er das Verdienst hervor, das sich *Parsons* dadurch erworben hat, dass er zum erstenmal mehrfache Schrauben von kleinem Durchmesser für Propeller rasch fahrender Schiffe benutzte. Die britische Admiralität plant Versuche im Grossen mit einem Torpedobootzerstörer von 10000 PS, deren Ergebnissen man wohl mit Spannung entgegensehen darf.

Aus der sich anschliessenden Diskussion heben wir folgendes hervor: Prof. *Dunkerley*, Greenwich, der bei *Ewing*'s Versuchen zugegen war, betont, dass sich während dieser Versuche seine vorgefasste schlechte Meinung über die Maschinen ins Gegenteil verwandelt habe. Mr. *Barker*, Leiter der elektrischen Lichtanlage in Cambridge, spricht sich nach 6jähriger Erfahrung durchaus lobend über die Motoren aus. Eine Turbine lief 1 Jahr ohne Beaufsichtigung und war nach Verlauf dieser Zeit in gutem Zustande. Sie hatte in 3 Monaten 600000000 Umdrehungen ohne Oelwechsel gemacht. Nach 6jährigem Betriebe wurde ein Motor auseinander genommen; er zeigte im Inneren noch die Feilstriche an Stellen, wo nach den Voraussagungen ein Zerfressen am stärksten hätte stattfinden sollen. Eine Erhöhung der Erzeugungskosten für die elektrische Einheit trat nach der Einführung der Turbinen trotz gesteigerter Kohlenpreise nicht ein. Zum Schlusse machte *Parsons* selbst in Beantwortung von in der Diskussion aufgeworfenen Fragen noch einige Bemerkungen über die Rückwärtsfahrt eines mit seinen Dampfturbinen angetriebenen Fahrzeuges. Auf der Schraubenwelle selbst sitzt ausser der treibenden Turbine, welche die Vorwärtsbewegung verursacht, noch eine zweite mit entgegengesetzt gerichteten Schaufeln, welche beim Vorwärtsgang im Vakuum des Kondensators sich dreht, also ihrer Drehung wenig Widerstand entgegensetzt. Soll das Schiff rückwärts fahren, so werden einfach die Rollen dieser beiden Turbinen vertauscht. Die „*Turbinia*“ hat z. B. vier Wellen, von denen zwei nur Vorwärts-, dagegen zwei Vorwärts- und Rückwärtsturbinen besitzen. *F. Mbg.*



Die gebräuchlichen Automobilsysteme.

Von Professor **H. Bachner** in Stuttgart.

Das gegenwärtig in raschestem Aufschwung begriffene Gebiet des Automobilwesens verdient so allseitiges Interesse, dass der im folgenden unternommene Versuch einer zusammenhängenden Besprechung der einschlägigen Konstruktionen Beifall finden dürfte.

Der vorliegende Aufsatz gründet sich auf einen vom Verfasser im Württembergischen Elektrotechnischen Verein gehaltenen Vortrag, welcher allerdings bei der Bearbeitung einer wesentlichen Erweiterung und teilweisen Umgestaltung zu unterziehen war.

Die Bemühungen, bei der Sammlung des Materials auch gute technische Darstellungen des Gegenstandes zu erhalten, waren leider nur von geringem Erfolg begleitet, besonders wohl aus dem Grunde, weil sich das ganze Gebiet des Automobilwesens noch mitten im Entwickelungsstadium befindet und die in Frage kommenden Firmen die Resultate ihres mühsamen und kostspieligen Studiums nicht ohne weiteres preisgeben möchten.

Deshalb kann der Aufsatz auf erschöpfende Vollständigkeit keinen Anspruch machen, ist vielmehr als ein Glied in den Versuchen anzusehen, das vielfach verstreute Material zu sammeln und nach einheitlichen Gesichtspunkten zu ordnen. Als Unterlagen dienten insbesondere die Jahrgänge 1898 und 1899 der Zeitschriften *Dinglers polytechn. Journal, Elektrotechnische Zeitschrift, Uhland's prakt. Maschinen-Konstrukteur, Revue industrielle, Le Génie Civil, Industries* und *Iron, American Machinist* u. a. m., sowie *Baudry de Saunier, Das Automobil* und das von den Fabriken überlassene Material.

Nach Möglichkeit sollen bei dieser Besprechung die lebensfähig gewordenen Systeme Berücksichtigung finden, jedoch aus inneren Gründen nicht in der geschichtlichen Reihenfolge Dampf-, Benzin-, Akkumulatorwagen, sondern mit dem Dampfautomobil an letzter Stelle.

Benzinwagen.

Es ist leicht erklärlich, dass die ersten ernsthaften Bestrebungen, ein für alle Strassen benutzbares, durch eigene motorische Kraft getriebenes Gefährt zu konstruieren, von der Dampfmaschine als Motor ausgingen, welche sich ja für den Verkehr auf Schienenwegen so glänzend bewährte. Es gelang bekanntlich auch, solche Fahrzeuge herzustellen und in Betrieb zu erhalten; aber es zeigten sich jene Nachahmungen der Lokomotive, was im Hinblick auf die Eigentümlichkeiten dieses Motors mit seinem Zubehör ebenfalls leicht zu verstehen ist, nur für solche Zwecke verwendbar, bei denen es sich um die Bewegung grösserer Massen handelte, also für Frachtverkehr oder als Ersatz der Strassenbahnen.

Leichte Fahrzeuge, welche als Equipagen, Jagdwagen und Droschken nur wenige Personen, oder als Geschäfts- und Postwagen leichtere Gepäckstücke rasch und bequem befördern könnten, gelang es damals mit jenem System nicht herzustellen, bildeten doch der Kessel und die mitzuschleppenden Wasser- und Kohlenvorräte an sich schon eine derartig hohe Belastung bei gleichzeitig unverhältnismässig grossem Raumbedarf, dass an einen wirtschaftlichen Betrieb wenigstens für die eben genannten Zwecke nicht zu denken war.

Deutschen Ingenieuren blieb es bekanntlich vorbehalten, in diesen Bestrebungen einen vollständigen Umschwung zu schaffen. *Daimler* und *Benz* in erster Linie erkannten die Unfähigkeit des vorhandenen Dampfmotors für den vorliegenden Zweck und beschäftigten sich daraufhin mit den Eigenschaften der Explosionsmotoren, die wenigstens hinsichtlich der in Frage kommenden Gewichte entschiedene Ueberlegenheit zeigten, denn sie bedurften keinen Dampfkessel und nur wenig Wasser zu Kühlzwecken, auch konnten sie ihren Energiebedarf in bequemster Form und auf engstem Raum als Flüssigkeit mit sich führen. Immerhin war der bis dahin bekannte stationäre Benzinmotor noch reichlich schwer und kam mit seinen 200 kg pro Pferdestärke für leichte Fahrzeuge ebenfalls kaum in Frage.

Nun wird ein jeder Motor bekanntlich um so kleiner und leichter, je rascher er läuft bezw. je grösser in dem Produkt „Kolbenkraft mal Kolbengeschwindigkeit", welches der Leistung des Motors entspricht, das zweite Glied ausfällt. Die damals, etwa bis 1885, bekannten Benzinmotoren hatten vom älteren Gasmotor her die Flammenzündung übernommen, d. h. das im Cylinder komprimierte Benzindampf- und Luftgemisch wurde im geeigneten Moment durch Vermittelung einer ständig brennenden Zündflamme zur Explosion gebracht. Diese Zündart versagt bei grösseren Kolbengeschwindigkeiten schon aus dem Grund, weil bei ihr bewegte Steuerteile vorhanden sind, deren gutes Funktionieren wesentlich von einer mässigen Geschwindigkeit abhängt. Hier brachte die Glührohrzündung, in ihrer Eigenart von *Daimler* ersonnen, einen vollständigen Umschwung; mit ihr und einem ebenfalls eigenartig konstruierten Verdampfer konnte er seinen sorgfältig durchgebildeten Viertaktmotor auf so hohe Tourenzahl bringen (600 bis 800 pro Minute), dass das Gewicht nur noch etwa 40 kg pro Pferdestärke betrug.

Bei dieser Gelegenheit sei übrigens erwähnt, dass neueste Konstruktionen für leichte Fahrzeuge eine Umdrehungszahl bis zu 1800 und selbst 2000 pro Minute besitzen.

Fast gleichzeitig trat die Firma *Benz und Comp.* in Mannheim mit ihrem ebenfalls für Automobilzwecke bestimmten Benzinmotor von durchaus abweichender Bauart hervor, benutzte eine besondere Verdampferkonstruktion und bildete die elektrische Zündung so weit aus, dass sie der Glührohrzündung ebenbürtig wurde.

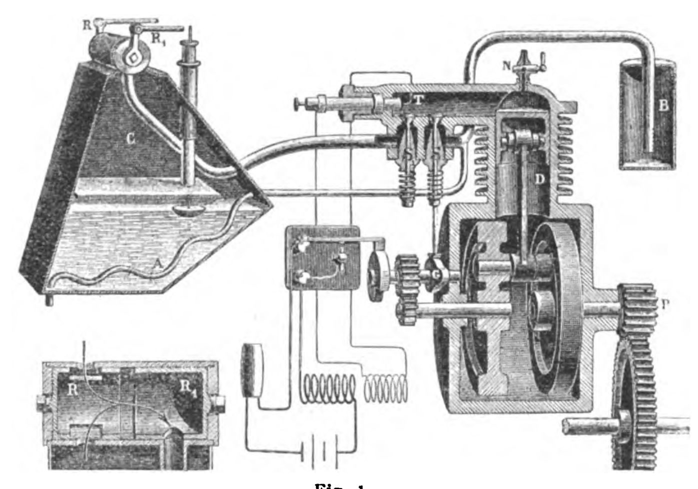


Fig. 1.
De Dion et Bouton-Motor.

So sind diese beiden deutschen Firmen im Benzinwagenbau die Vorgänger, ihre Motoren, wie sich aus dem Folgenden ergeben wird, die Vorbilder für alle übrigen fremden und einheimischen Konstruktionen geworden.

Bevor ich auf die Einzelheiten der verschiedenen Konstruktionen näher eingehe, möchte ich kurz das Folgende vorausschicken:

Alle bisher praktisch erprobten Explosionsmotoren für Automobilzwecke arbeiten, wie die gebräuchlichen Gasmotoren, im Viertakt, d. h. nach je vier Hüben wiederholen sich stets die gleichen Erscheinungen, und zwar bekanntlich in nachstehender Reihenfolge:

1. Hub — Hingang — Ansaugen des Gemisches;
2. Hub — Rückgang — Kompression, im letzten Moment Zündung;



3. Hub — Hingang — Explosion und Expansion, Arbeitsleistung;

4. Hub — Rückgang — Entfernung des grössten Teils der Verbrennungsgase.

Wie ersichtlich, wird nutzbare Arbeit nur während eines Hubes geleistet; während der übrigen drei Hübe wird Arbeit verzehrt, die den bewegten Massen des Wagens und Schwungrades entnommen werden muss und ist während dieser drei Hübe auch der Fahrwiderstand zu überwinden.

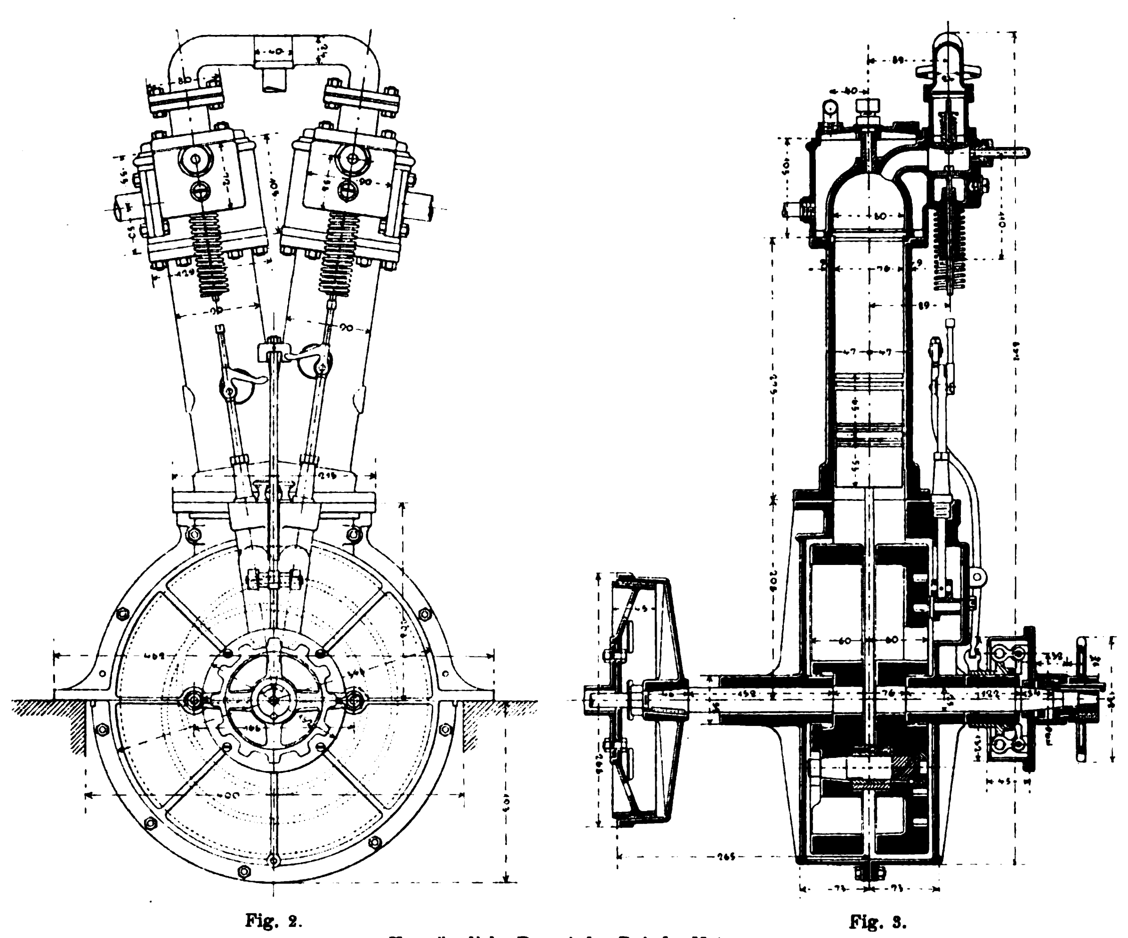


Fig. 2. Fig. 3.

Ursprüngliche Bauart des Daimler-Motors.

Noch muss darauf hingewiesen werden, dass man sich vielfach gewöhnt hat, die Bezeichnung „Petroleummotor" auf alle Explosionsmotoren anzuwenden, welche mit Petroleumdestillaten arbeiten, während man sonst unter Petroleum schlechthin nur das raffinierte sogen. Lampenpetroleum versteht. Letzteres mit dem spezifischen Gewicht 0,8 bis 0,82 findet bei stationären Maschinen vielfach Verwendung, auch bei Motorbooten wegen seiner grösseren Feuersicherheit, verbindet aber mit dem letztgenannten Vorteil den Nachteil sehr geringer Verdampfungsfähigkeit bei gewöhnlicher Temperatur. Die eigentlichen Petroleummotoren besitzen daher als unentbehrlichen Bestandteil einen unter hoher Temperatur zu haltenden Vergasungsraum, in welchen der Brennstoff in genau bestimmter Menge durch eine eigene Steuerung eingeführt werden muss. Hierunter leidet die Betriebssicherheit, insbesondere die Betriebsbereitschaft beim Anfahren, da das Anheizen des gusseisernen Vergasers (nicht zu verwechseln mit dem Zündglührohr) längere Zeit erfordert.

Frei von diesen Nachteilen ist der Benzinmotor. Sein Brennstoff, das Benzin mit 0,68 bis 0,7 spez. Gewicht, verdampft schon bei gewöhnlicher Temperatur in solcher Menge, dass durch darüber hinstreichende Luft ein brennbares Gemisch erzeugt wird, welches, dem Cylinder zugeführt, in der Regel sofort eine Explosion ergibt. Aus diesem Grunde arbeiten weitaus die meisten Automobil-Explosionsmotoren mit Benzin und sollen daher im folgenden immer als Benzinmotoren bezeichnet werden, auch wenn sie in der Litteratur häufig die Namen Petroleummotor, moteur à pétrole, oil engine tragen. Die technische Bezeichnung für unser Benzin (auch wohl Ligroin und Gasolin genannt) ist im Französischen essence (de pétrole), im Englischen petroleum spirit.

Nach diesen Erläuterungen gehen wir zur Beschreibung der Motoren selbst, ihrer Bestandteile und ihres Zubehörs über, deren allgemeine Anordnung in Fig. 1 schematisch an einem Fahrradmotor dargestellt ist, umfassend alle für den Betrieb wesentlichen Teile, nämlich den Cylinder *D* nebst Zubehör (Steuerung, Antrieb, Auspufftopf), den Verdampfer *C* und die Zündvorrichtung *T*.

I. *Allgemeine Bauart.*

Die Benzinmotoren der Automobilen besitzen wie alle neueren Viertaktmotoren Ventilsteuerung, und zwar münden

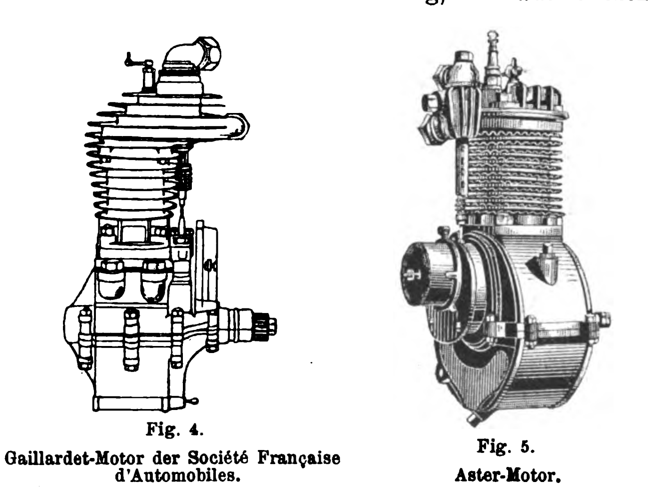


Fig. 4. Gaillardet-Motor der Société Française d'Automobiles.

Fig. 5. Aster-Motor.

beide Ventile nach innen in die Explosionskammer (vgl. den *De Dion et Bouton*-Motor Fig. 1); das Saugventil wirkt selbstthätig, das Auspuffventil ist gesteuert, gewöhnlich durch eine unrunde Scheibe *G* von einer besonderen Steuerwelle aus, welche nur halb so rasch umläuft wie die Kurbel-

Fig. 6. Fig. 7.

Neuer Phönix-Motor der Daimler-Motorengesellschaft.

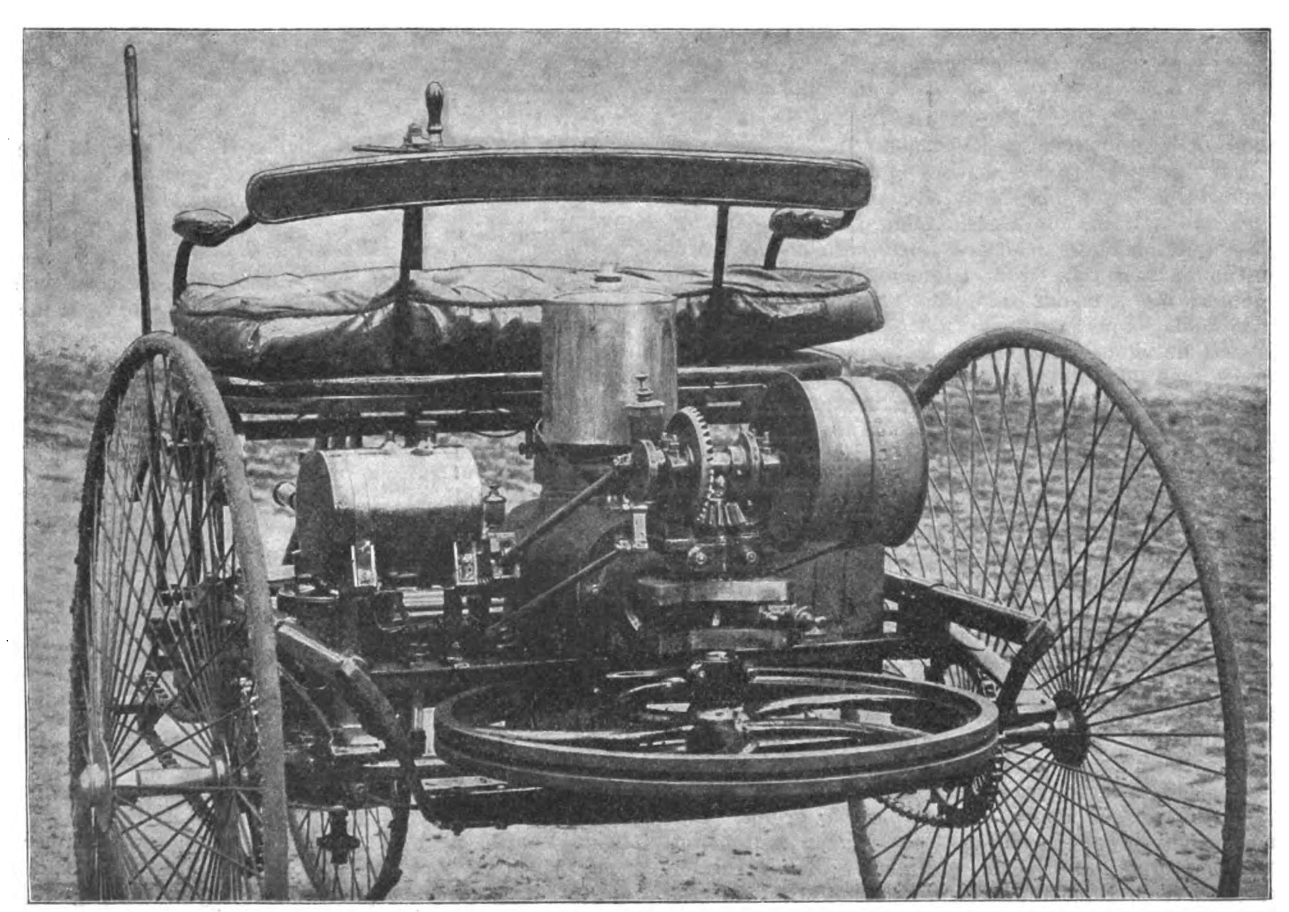


Fig. 8.

Ursprüngliche Bauart des Benz-Motors.



welle. Ein besonderer Kreuzkopf fehlt ebenso wie bei den stationären Motoren dieser Bauart. Der Hauptunterschied gegenüber den letzteren ist in der gedrungenen, meist rundherum geschlossenen Bauart gegeben, welche dem Motor das so erwünschte geringe Volumen und seine Unempfindlichkeit gegen äussere Einflüsse verleiht (vgl. Fig. 1 bis 7).

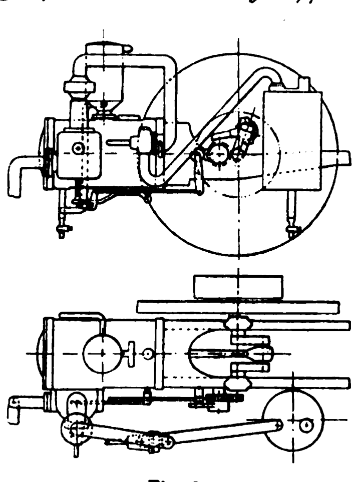
Das Kurbelgehäuse ist dabei in der Regel öldicht geschlossen und ermöglicht eine sehr gründliche Schmierung nicht nur der im Oel laufenden Kurbel und der Wellenlager, sondern auch des Kolbens, da beim Rückgang die Flüssigkeit von der rapid bewegten Kurbel bis in den Cylinder hinein geworfen wird.

Wie man aus Fig. 2 und 3, welche die ursprüngliche Bauart des *Daimler*-Motors darstellen, ersieht, ist dies geschlossene Gehäuse schon damals zur Anwendung gekommen und, wie ein Vergleich mit Fig. 1 bis 7 und anderen ergibt, vorbildlich geworden; in neuester Zeit versucht man die Teilfuge horizontal zu legen, so beim *Gaillardet*-Motor der *Société Française d'Automobiles* (Fig. 4), beim *Aster*-Motor (Fig. 5) und beim *Phönix*-Motor (Fig. 6 und 7), womit man den Vorteil erstrebt, leichter zu den bewegten Teilen zu gelangen und, wenn erforderlich, die Maschine selbst mit wenig Mühe abzumontieren.

Dieser ältere *Daimler*-Motor ist vertikal eingebaut und besitzt zwei ein wenig schräg gegeneinander geneigte Cylinder, deren gemeinsame Mittelebene senkrecht zum Wellenmittel steht; sie arbeiten auf eine gemeinsame Kurbel. In neuerer Zeit hat die *Daimler-Motorengesellschaft*, das Zweimotorenprinzip beibehaltend, diese eigentümliche Bauart wieder verlassen; unter dem Namen Phönix-Motor baut sie die neue Maschine mit parallel nebeneinander gelagerten Cylindern (Fig. 6 und 7), was mit Rücksicht auf Fabrikation und Montierung entschieden eine Verbesserung bedeutet, wiewohl der Raumbedarf dadurch etwas zugenommen hat.

Abweichend davon ist die Einrichtung der Benz-Motoren. Ihre ursprüngliche Bauart erhellt aus Fig. 8, einer Abbildung des ältesten Benz-Wagens und wohl gleichzeitig ältesten Benzinwagens überhaupt [1]). Der Motor ist eincylindrig, parallel zur Wagenlängsachse gelagert und arbeitet auf eine vertikal gestellte Kurbelwelle, so dass sich das in der Figur besonders ins Auge fallende Schwungrad in einer Horizontalebene dreht.

Diese originelle Bauweise musste bald der jetzt gebräuchlichen mit wagerechter Kurbelwelle weichen. Doch hat sich das Wesentliche der älteren Anordnung, die Benutzung eines einzigen horizontal eingebauten Cylinders, bis heute erhalten (vgl. Fig. 9, Bauart *Benz-Roger* [2]); für besonders grosse Leistung finden übrigens auch zwei Cylinder Verwendung). Ein einziger, also grösserer Motor besitzt einen besseren Wirkungsgrad als zwei ihn ersetzende kleinere Motoren, andererseits freilich einen geringeren Gleichförmigkeitsgrad; die horizontale Anordnung erleichtert wesentlich den Einbau in das Wagengestell. Charakteristisch ist dabei insbesondere noch der Verzicht auf eine Einkapselung der Kurbel. Man unterlässt es also, von den vorhin aufgeführten Vorzügen dieser Bauweise Gebrauch zu machen, und gewinnt damit einen anderen Vorteil, den einer besseren Kühlung des Cylinders auch von der Innenseite des hohlen Kolbens aus.


Fig. 9.
Benz-Roger-Motor.

(Fortsetzung folgt.)

[1]) Von der Firma *Benz und Co., Rheinische Gasmotorenfabrik A.-G.*, uns nebst Zeichnung der Details (s. unten) freundlichst zur Verfügung gestellt.

[2]) Aus *L. Périssé, Automobiles sur rontes*, Paris, Gauthier-Villars et Fils.

Kleinere Mitteilungen.

Die Petroleumleitung der Transkaukasischen Bahn von Michailowo bis Batum.

Bereits Ende der 80er Jahre erwies es sich, dass die Transportfähigkeit der Transkaukasischen Eisenbahn dem wachsenden Export des Petroleums nicht genügen würde, auch verursachen Naturerscheinungen mancherlei Art nicht selten eine vollständige Stockung des Verkehrs. Es trat daher das Projekt auf, eine Rohrleitung für Naphta oder Petroleum von Baku bis Batum zu legen. Nach verschiedenen Wandlungen entschied man sich für eine Petroleumleitung und das Projekt des Chefs der Transkaukasischen Bahn, Ingenieur *Wedenejew*, wurde angenommen, der Bau von der Krone übernommen und im Sommer 1897 mit den Arbeiten begonnen. Leiter des Baues ist Ingenieur *L. W. Wartenburg*. Ueber die Einzelheiten der Ausführung wird in der *Riga'schen Industriezeitung* berichtet. Die Leitung geht von Michailowo mit Zwischenstationen in Ssamtredi und Ssupssa bis Batum und erhält eine Gesamtlänge von 216 Werst. Eine Verlängerung bis Ag-Taglia, jenseits Tiflis, ist in Aussicht genommen worden, doch einstweilen wegen sehr schwieriger Terrainverhältnisse noch nicht ausgeführt worden. Die Anlage sollte eine Maximalleistungsfähigkeit von 60 Millionen Pud [1]) Petroleum im Jahre besitzen oder monatlich etwa 6 Millionen Pud. Für die Berechnung der Leitung wurde angenommen, dass sie in jedem Monat nur während 28 Tagen in Thätigkeit sein würde, dann kämen auf jeden Tag etwa 215 000 Pud. In Michailowo, Ssamtredi und Ssupssa befinden sich Pumpstationen, die auf die Entfernung von 117, 47 und 48 Werst wirken. Der erste Abstand ist grösser gewählt als die beiden folgenden, da ein bedeutendes natürliches Gefälle vorhanden ist, denn Michailowo liegt um 313 Faden [2]) höher als Ssamtredi, was einem Ueberdruck von 53,5 at entspricht (der Druck 1 at ist gleich dem Gewicht einer Petroleumsäule von 41 Fuss Höhe angenommen). Die Röhren erhalten einen lichten Durchmesser von 8 Zoll. Bei einer Leitung von 215 000 Pud täglich ist der Druck in der Nähe der Pumpstation in Michailowo mit 47 at, bei Ssamtredi und Ssupssa mit 40 at angenommen. Bei Ermittelung des verschiedenen Druckes ist der Bewegungswiderstand für Petroleum nach der Formel von *Flamant* zu Grunde gelegt; diese Formel ist wohl nicht für Bewegungen von Petroleum in Röhren bestimmt, sondern für Wasserleitungen; es ist jedoch sehr wahrscheinlich, dass der Widerstand bei Petroleum in Wirklichkeit etwas geringer ausfallen werde, und die Leitung daher eine noch grössere Leistungsfähigkeit besitzen wird. Die erforderlichen Eisenröhren sind nur bei russischen Werken bestellt worden, und zwar bei der *Nikopol-Mariupol'schen Fabrik* Röhren für 150 Werst, bei einer Fabrik in Ssosnowice und der *Jekaterinoslaw'schen Fabrik* für je 33 1/2 Werst. Die Stärke der Röhren und Muffen beträgt etwa 8 mm, die Muffen sind 155 mm lang, das Schraubengewinde erhält 8 Gänge auf 1 Zoll; für das Gewinde ist das System des amerikanischen Röhrenwalzwerkes *National Tube Works* in St. Petersburg gewählt. Laut den technischen Lieferungsbedingungen werden die Röhren mit einem Probedruck von 120 at geprüft. Das anfangs gelieferte Material entsprach nicht den Anforderungen und es hat viel Zeit und Mühe gekostet, um eine Art, die Röhren zu legen, ausfindig zu machen, bei der das Lecken der Röhrenverbindungen vermieden oder eingeschränkt wurde. Infolgedessen hat sich anfangs die Legung der Röhren verzögert. Nach Ablieferung der ersten 15 Werst hatte das *Nikopol-Mariupol'*sche Werk seine Erzeugnisse bedeutend verbessert. Die Röhrenleitung wird auf dem Eisenbahndamm etwa 1/2 Arschin tief gelegt und mit einer Ballastschicht von gleicher Höhe mit derjenigen der Bahn selbst bedeckt. Bei Brücken über Flüsse oder Schluchten liegen die Röhren entweder neben der Brücke oder auf dem Bohlenbelag derselben. Für den Fall, dass durch irgend welche Natureinflüsse

[1]) 1 Pud = 40 russ. Pfund = 16,38 kg.

[2]) 1 Faden = 2,134 m.

den Röhren Beschädigungen zugefügt werden sollten, sind in den Röhren Ventile in Abständen von 2 bis 4 Werst vorgesehen, je nach dem Druck und der Nähe gefährlicher Stellen. Die Beaufsichtigung der Röhrenleitung wird den gewöhnlichen Bahnwärtern übertragen. Die erforderlichen Pumpen sind bei *Worthington* in Brooklyn bestellt und werden auf jeder Pumpstation je zwei von 150 PS aufgestellt, die beständig in Thätigkeit sein sollen. Eine projektierte dritte Pumpe wurde der Kosten wegen nicht bewilligt, dafür sollen aber stets Reserveteile vorhanden sein. In Michailowo werden drei grosse Behälter für je 120000 Pud Petroleum gebaut. Der geringe Umfang derselben lässt sich dadurch erklären, dass Michailowo vermutlich nicht lange Anfangsstation bleiben, sondern Ag-Taglia diese Rolle übernehmen wird. Die beiden Stationen Ssamtredi und Ssupssa sollen auch je drei ebenso grosse Behälter erhalten. Batum wird Endstation der ganzen Leitung und erhält 11 Behälter für das Gesamtquantum von 1½ Millionen Pud. Von der Station aus gehen zwei 8zöllige Rohrleitungen auf das Molo und Zweigleitungen zu den einzelnen Fabriken. Von dem Molo aus soll ein Tankschiff von 4000 t in weniger als 10 Stunden gefüllt und gleichzeitig Petroleum in die Behälter der verschiedenen Fabriken geliefert werden können. Das ganze Unternehmen befindet sich gegenwärtig in folgendem Stadium: 1897 begann die Arbeit, doch verging das erste Jahr mit Versuchen, dazu kamen noch schlechte und verspätete Lieferungen. Gegenwärtig sind etwa 170 Werst Röhren gelegt, von denen 16 Werst umgelegt werden müssen und 75 Werst waren vorigen Herbst noch auszuführen, von denen 40 Werst fast ganz fertig gelegt sind, die Erdarbeiten sind fast ganz fertig. Die Kessel- und Pumphäuser, sowie die Wohngebäude sind bis auf den Ausbau fertig. Wenn keine unvorhergesehenen Störungen eintreten, wird die ganze Anlage zu Ende 1899 fertig sein und der Betrieb im Winter beginnen. Die Betriebsregeln sind bereits ausgearbeitet, aber noch nicht bestätigt. Zu Grunde liegt ihnen das Prinzip, dass die Petroleumleitungsanlage in keinem Fall der Transkaukasischen Eisenbahn Konkurrenz machen soll, sondern als ein Hilfsunternehmen sich in engster Verbindung mit derselben befinden werde. Eine Tarifermässigung von ¼% gegen den Tarif für den Cisternentransport soll vollkommen genügend sein. Da bei der Benutzung der Leitung eine Vermischung des Petroleums verschiedener Produzenten unvermeidlich ist, so muss dasselbe absolut gleicher Qualität sein, was von der Petroleumindustrie von Baku bisher noch nicht erreicht worden ist. Es wird beabsichtigt, die Acciseprozedur nur in Baku oder Batum vorzunehmen und die Station Michailowo vollkommen davon auszuschliessen. *A.*

Ein Schulschiff für die Handelsmarine.

Der Entschluss des *Norddeutschen Lloyds*, ein eigenes Schulschiff auszurüsten, auf dem junge Leute für die Laufbahn als Offiziere unserer Handelsmarine ausgebildet werden sollen, bedeutet eine ungemein interessante und wichtige Neuerung, wie sie in dieser Form bisher in keinem anderen Lande versucht worden ist. Es ist, so schreibt die *Köln. Ztg.*, eine bekannte und viel beklagte Thatsache, dass bei dem Rückgang der Segelschiffahrt die Ausbildung tüchtiger Matrosen, Steuerleute und Kapitäne immer schwieriger wird. Es entsteht daraus die Gefahr, dass die Ausbildung unseres Personals an seemännischem Wert verliert. Diese Schwierigkeit bei der Rekrutierung und die Voraussicht, dass sie sich immer mehr vergrössern werde, haben nun den *Lloyd* bewogen, aus eigenen Mitteln für die Heranbildung eines tüchtigen, in jeder Beziehung vollständig ausgebildeten seemännischen Oberpersonals zu sorgen. Nach dem vorliegenden Programm sollen junge Leute im Alter von 15 bis 16 Jahren, die sich dem Beruf als Offiziere der Handelsmarine widmen wollen, zu einer dreijährigen Ausbildungszeit auf dem Kadettenschulschiff eingestellt werden. Das erste Jahr fahren sie als Schiffsjungen, das zweite als Leichtmatrosen und das dritte als Vollmatrosen. Während dieser Zeit wird nicht nur für ihre Ausbildung in allen seemännischen Handfertigkeiten gesorgt, so dass sie sich alle Eigenschaften eines tüchtigen Seematrosen aneignen, sondern sie werden auch systematisch zu ihrem künftigen Beruf als Seeoffiziere vorgebildet. Sie erhalten allen dazu nötigen Unterricht teils durch den Kapitän und die besonders ausgesuchten Seeoffiziere, die dem Schiffe beigegeben werden, wie auch durch besondere Lehrer, die stets mit dem Schiffe fahren werden. Da das Schiff als wirkliches Handelsschiff fährt, d. h. in hergebrachter Weise von einem Hafen zum anderen Warentransporte ausführen wird, so ist hier die Gelegenheit geboten, Theorie mit Praxis aufs engste zu vereinigen. Nach beendigtem dreijährigem Kursus werden die Schüler ein viertes Lehrjahr als Hilfsoffizier oder als Unteroffizier auf den Dampfern des *Norddeutschen Lloyds* durchmachen, um dann nach einem dreimonatigen Kursus auf der Seefahrtsschule das Steuermannsexamen abzulegen, das das Recht zum einjährigen Dienst in der kaiserlichen Marine gibt. Sie werden also, so denkt man sich den weiteren Ausbildungsgang, als Einjährige in die kaiserliche Marine eintreten und dort ihr Jahr abdienen, dann aber sofort auf den Dampfern des *Norddeutschen Lloyds* als vierte Offiziere eingestellt werden, in welcher Stellung sie so lange verbleiben, bis sie nach abgelegtem Kapitänsexamen als dritte Offiziere endgültig in den Dienst der Gesellschaft aufgenommen werden. Es soll übrigens für die jungen Leute nicht der mindeste Zwang bestehen, sich gerade der Gesellschaft zuzuwenden, die ihre Ausbildung vorgenommen hat, sondern sie sollen ganz frei wählen können, wie sie ihre spätere Laufbahn einrichten wollen. Als einziges Entgelt für die durch ihre Ausbildung verursachten Kosten verlangt der *Lloyd* die Zahlung eines Jahrgeldes von 600 M. für den dreijährigen Kursus an Bord des Kadettenschulschiffes. Als besonders beachtenswert ist hervorzuheben, dass während der ganzen Ausbildungszeit streng im Auge behalten werden soll, dass man es mit künftigen Offizieren zu thun hat, d. h. dass die Behandlung durchaus anständig sein und die jungen Leute von solchen nicht seemännischen Arbeiten befreit sein sollen, die sonst den Schiffsjungen auf Handelsschiffen zufallen. Es liegt auf der Hand, dass die neue Einrichtung auch für unsere Kriegsmarine von grossem Vorteil sein muss, da sie ihr ein Material von Reserveoffizieren zuführt, wie es ihr bisher noch nicht geboten werden konnte. Aus diesem Grund erfreut sich auch der eigenartige jetzt unternommene Versuch des vollsten Beifalls der kaiserlichen Marinebehörden.

Bücherschau.

Neue gasometrische Methoden und Apparate. Von *O. Bleier*, stud. phil. Wien, Verlag von Spielhagen und Schurich, 1898. Mit 138 in den Text gedruckten Holzschnitten nach eigenen Zeichnungen. Preis 7 M.

Das Werk zerfällt in fünf Teile, der erste behandelt das Messen der Gase und gliedert sich in drei Abschnitte, welche Theoretisches, die verschiedenen Messmethoden und die Hauptbestandteile der gasometrischen Apparate schildern. Auf den zweiten Teil entfällt die gewöhnliche Analyse der Gase, auf den dritten die Bestimmung einzelner Bestandteile von festen oder flüssigen Körpern auf gasanalytischem Wege (Gasgravimetrie). Der vierte Teil befasst sich mit der Bestimmung der Dampfspannung und der Dampfdichte, der fünfte gibt Anleitung zum Messen von Hohlräumen, Flüssigkeiten und festen Körpern (Luftverdrängungsverfahren). Im Anhang finden sich einschlägige Tabellen.

Wenn man das Buch näher studiert, so findet sich in demselben manches Gute, aber entsprechend dem Titel des Buches: „Neue Methoden und Apparate“ erwartet man eigentlich doch etwas anderes. Man erwartet Neues, meistens aber handelt es sich jedoch hierbei um kleinere oder grössere, zum Teil vollkommen unwesentliche, zum Teil auch nicht immer wünschenswerte Abänderungen oder, wo es Verbesserungen sind, spielt die grössere Zerbrechlichkeit oder Kompliziertheit eine Rolle. Man kann auch das oder jenes noch an dem Apparat so oder so machen oder anbringen, heisst es zum Oefteren in dem *Bleier*schen Buche; dies ist ganz zutreffend und geschieht auch mit vielen Apparaten in der Praxis, ohne dass man glaubt, man hätte neue Apparate ersonnen oder Entdeckungen gemacht, die man wert hält zu veröffentlichen. Man wird ja manchen Nutzen von dem Buche *Bleier*'s haben, namentlich weil die Methoden eingehend und klar beschrieben sind, auch die Abänderung der *Bunte*'schen Bürette ist zweckmässig; was aber das Neue betrifft, so kommt der Praktiker, der viel mit Gasuntersuchungen zu thun hat, bald selbst auf kleine Bequemlichkeiten, Veränderungen und Vereinfachungen, zumal dann, wenn ihm ein tüchtiger Glasbläser zur Verfügung steht.

Das Buch ist hübsch ausgestattet, die Zeichnungen sind mit Sorgfalt ausgeführt. *Bjd.*

Die Elektrizität und ihre Anwendung. Von Dr. *L. Graetz*, Professor an der Universität München. Achte vermehrte Auflage (Doppelauflage). Mit 483 Abbildungen. Stuttgart. Verlag von J. Engelhorn 1900. Preis brosch. 7 M., geb. 8 M.

Das für Schule wie zum Selbstunterricht mit gleich gutem Erfolg brauchbare Werk, dessen vorhergehende Auflagen wir wiederholt in den früheren Bänden unseres Journals besprochen hatten, liegt uns nun in der achten Auflage vor. Es hat dem Inhalte nach eine Vermehrung durch Berücksichtigung der neuesten Errungenschaften der Wissenschaft und Technik erfahren, ohne dass der Umfang grösser wurde, indem das auf dem Gebiete der Anwendung der Elektrizität Ueberholte fortgelassen wurde. Die Verdoppelung der Auflage ist ein Beweis für die grosse Nachfrage nach einem solchen Buche und für die Brauchbarkeit desselben.

Arnold Bergsträsser Verlagsbuchhandlung (A. Kröner) Stuttgart.
Druck der Union Deutsche Verlagsgesellschaft ebendaselbst.



DINGLERS
POLYTECHNISCHES JOURNAL.

81. Jahrg., Bd. 315, Heft 2. **Stuttgart, 13. Januar 1900.**

Jährlich 52 Hefte in Quart. **Abonnementspreis** vierteljährlich 6 M., direkt franko unter Kreuzband für Deutschland und Oesterreich 6 M. 65 Pf., für das Ausland 7 M. 30 Pf. Redaktionelle Sendungen und Mitteilungen bittet man zu richten: An die Redaktion von „Dinglers Polytechn. Journal" in Stuttgart, die Expedition betreffende Schreiben an Arnold Bergsträsser Verlagsbuchhandlung (A. Kröner) Stuttgart.



Allgemeine Fragen der Technik.

Von Ingenieur **P. K. von Engelmeyer**, Moskau.

Zur Erfindungsfrage.

J. Hoppe beginnt sein Werk: *„Das Entdecken und Finden"* (1870) mit folgender Sentenz: „Die Lehre vom Entdecken hat noch keine Bearbeitung gefunden." In seinem Buch aber will er diese Lehre in vollkommener Weise aufgestellt haben, denn er schliesst sein Werk mit den Worten: „Wir haben diesen Begriff (den des Entdeckens) gegeben und dabei das neckische Rätsel des Wortes gelöst." Es wird indes nicht jeder Leser die letzten Worte unterschreiben wollen. Was zuerst die Schriftweise betrifft, so ist es der reine Kultus des *λόγος* in seinem Doppelsinne als Gedanke und Wort. Nach diesem verbreiteten, doch selten zugestandenen Standpunkt erscheinen gedankenlose Worte und wortlose Gedanken in gleicher Weise ausserlogisch. Uebersehen wird dabei, dass wir oft ganz gut logisch denken, ohne jeden Gedanken in Worte einzukleiden.

Hoppe hält sich nun ausschliesslich an das sogen. diskursive Denken und an die Einheit von Gedanke und Wort und wird dabei zu folgendem doppelten Missgriff verleitet: findet er zwei ähnlich klingende Worte, so hält er sie auch für gleichbedeutend, und wo er kein diskursives Denken findet, was eben das intuitive Aufblitzen eines neuen Gedankens nimmer sein wird, da thut er sein Mögliches und Unmögliches, um dennoch eine diskursive Gedankenarbeit hineinzuschieben. Wir lesen: „Man findet ein Loch in der Tasche; aber man entdeckt ein solches, wenn man es nicht vermutet hatte." „Man entdeckt, dass sich in einem Quarzstücke Gold findet." Dem letzten Satze fügt *Hoppe* noch folgende Erläuterung hinzu: „Hier ist das Gold persönlich gedacht, als sich selbst anwesend findend" (?).

Ferner lesen wir: „Verborgen ist in der Bedeutung von unbekannt ein bildlicher Ausdruck. Bergen kommt von Berg. Berg ist ein von innen heraus Emporgehobenes, und das in oder hinter einem Berge liegende ist dem Blicke entzogen." Der zufällige Wortlaut, der ausser der deutschen Sprache kaum je zu finden ist, leitet den Verfasser irre. Was Wunder, wenn die Gedanken gar verschlungene Wege durchlaufen, in der Art wie folgt: „In Bezug auf diese schon bekannten Möglichkeiten haben wir endlich ein zweifaches Verhältnis, somit auch eine zweifache Art von Suchen und Finden zu unterscheiden. Entweder nämlich ist von den bekannten Möglichkeiten, die man annimmt, auch die Möglichkeit ihrer Anwesenheit in einem Ganzen schon bekannt, oder diese Möglichkeit der Anwesenheit gilt als noch unbekannt, und im letzten Falle vollzieht sich dann dasjenige Suchen, das uns neue, nicht ableitbare Fälle schon bekannter Gattungen gewinnen lässt, was sprachgebräuchlich vorzugsweise auch ein Entdecken genannt wird, das wir jedoch gleichfalls zu einem blossen Finden gemacht haben."

Hoppe unterscheidet ein absolutes Sein und ein Vorkommen in der Natur. Nach ihm existiert auch ein Unterschied zwischen dem „wirklich noch nicht ableitbaren Unbekannten" und dem, „was die Menschen nur für ein Unableitbares halten". Es fehlt nur der Name jener menschlichen Autorität, welche in jedem Einzelfalle diese transcendentale Frage zu beantworten berufen wäre. Nach ihm sind die Begriffe der Dinge den Dingen präexistent. „Die in der Natur gewordenen Begriffe werden demnach entdeckt." *Hoppe* ist also mit *Plato* und *Hegel* Anhänger des Glaubens an die „machenden Begriffe". „Um die Kombination der Phantasie ganz zu würdigen," sagt er, „muss man bedenken, dass der Naturforscher nicht mit machenden Begriffen, wie es dem Dichter und dem Philosophen vergönnt ist, sondern nur erst mittels blosser Kennzeichnungsbegriffe und mittels eines gegenständlichen Denkens in sinnlichen Erscheinungen arbeitet, und er nichts erahnen darf, wozu ihm der Thatbestand nicht die volle Berechtigung gibt."

Bei diesen Aeusserungen glaubt man *Hoppe* ganz und gar in den Apriorismus verloren, jedoch lesen wir bald: „Das Unbekannte, das man als Wissen erwerben will, muss man erst vermuten, ehe man suchend ihm entgegengeht." „Wenn daher alles Suchen vergeblich war, so kann derjenige noch finden, der die noch nicht erkannten Begriffe eines Falles zu verstehen vermag. Und dies ist's, was den Menschen als besondere That gegolten hat: das Verstehen des Begriffes in seinen unkennbarsten Spuren, in seinen leisesten Regungen. Durch solches Verstehen erkennt man ahnend, als Prophet und Seher." Hier dämmert es entschieden auf, jedoch der volle Tag bricht nicht herein. Das diskursive Denken überall hervorhebend, räumt *Hoppe* auch in dem Erraten der Intuition den möglichst beschränkten Platz ein.

Seit *Aristoteles* und bis in die Hälfte des scheidenden Jahrhunderts war die Logik und die Psychologie darauf gerichtet, als Seelenleben nur die Hälfte davon, d. i. die bewusste Hälfte anzunehmen. Es bricht sich jedoch endlich die richtigere Ansicht Bahn, wonach das bewusste Seelenleben nur eine Lichtseite des Seelenlebens ausmacht und eine untergeordnete Rolle spielt, indem alles Neue in der unbewussten Hälfte entsteht, und in der bewussten erst nachträglich registriert und nur teilweise geordnet wird. Nach der neuen Ansicht kann man sich das Seelenleben als eine Alpenlandschaft denken: die Erde, welche all die Berge aus ihrer eigenen Masse emporgehoben hat, ist die unbewusste Geisteskraft. Das Bewusstsein ist nur jener Sonnenstrahl, der bei Tagesanbruch die Gipfel belichtet, die, Inseln gleich, aus dem Nachtmeer des Unbewussten emporragen. Entsteht etwa ein neuer Berg, so springt er plötzlich in die Tagesschicht hinein, wie eine eruptive Insel über die Fläche des Ozeans. Die alte Psychologie sah dieses plötzliche Hereinspringen und wollte die Entstehung des neuen Berges einzig und allein aus dem Bestand der alten Gipfel erklären. Zweitausendjährige Bemühungen ergaben indes nur die Aussichtslosigkeit dieser Bestrebungen. Sie bewiesen, dass man sich in die unbewusste psycho-physiologische Erdmasse vertiefen muss, dass eine psychologische Geologie dazu notwendig ist.

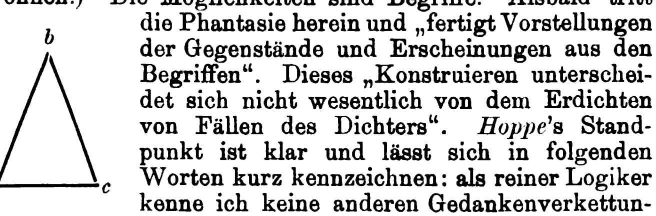
In *Hoppe* sehen wir einen gediegenen Psychologen der alten Schule, der die Grundlagen seiner Schule sich

vollkommen angeeignet hat und ihr treu bleibt. Wir haben somit eine ganze Schule vor uns und wollen nun ihren schwachen Punkt in volles Licht stellen. Der schwache Punkt der alten Psychologie ist eben die Frage von der Entstehung neuer geistiger Produkte, was wir kurz Schaffen nennen. Wir kehren nun zu *Hoppe* zurück.

Wie schwerfällig gestaltet sich schon das blosse Wiedererkennen. „Alle diese Kunst beruht auf der Fähigkeit, in seiner Seele ein einheitliches Ganzes aus einem Objekte zu gewinnen und aus jenem Ganzen dieses Objekt in konstruierender Weise wieder hervorgehen zu lassen, so dass die Konstruktion mit der Deutlichkeit des Originals vor der Seele steht." Noch schwerfälliger wird derjenige geistige Vorgang dargestellt, der in einer Mutter verläuft, die ihr verlorenes Kind sucht. „Der geängstigten Mutter, die nicht weiss, wo ihr Kind ist, kann im Augenblicke des Vermissens im Geiste alles aufblitzen, was mit dem Kinde geschehen sein könnte, und sie kann dabei ganz richtig schauen." Die Beschreibung des Vorganges ist gut. Nun kommt aber die Erklärung: „Dass sie aber so kundig ist, dies erklärt sich dadurch, dass solche Mutter eine sinnig denkende Frau ist, die längst schon vieles durchdacht, die mit findendem Denken sich in ihr Kind und in die äussere Umgebung desselben vertieft und die längst schon Fälle aller Art über die etwaigen Schicksale ihres Kindes sich gedichtet hatte. Und schnell konnte sie daher über den Verbleib ihres Kindes urteilen oder doch alle Möglichkeiten aufstellen. Jeder kann den Begriff gewinnen, und hat man den machenden Begriff, so kann man leicht Fälle und Begriffsumfangsglieder dichten, um zu sehen, ob man sie finde."

Wir denken uns mit *Hoppe* eine Bauernmutter, deren Kind am Abend nicht heimgekehrt ist. Dass ihr in der Regel ganz richtige Gedanken über den Verbleib ihres Kindes im Momente des Vermissens aufblitzen, ist diejenige empirisch gegebene Thatsache, die erklärt werden soll. Da kommt die alte Psychologie und sagt: In der Entstehung neuer Gedanken will ich kein anderes Prinzip kennen, als meine Associationsgesetze und erkläre mir das momentane Aufblitzen komplexer und richtiger Gedanken dadurch, dass sie alle schon früher im Bewusstsein gewesen, zu verschiedenen Zeiten ans Licht gefördert auf associativem Wege durch andere Gedanken. Zu welchen merkwürdigen Schlussfolgerungen diese Deutung der Intuition führt, sehen wir an der Bauernmutter von *Hoppe*: unsere Bauernfrau soll sich im voraus, wahrscheinlich vor der Geburt eines jeden ihrer oft zahlreichen Kinder, die machenden Begriffe derselben fertiggestellt haben, ein Vorteil, den *Hoppe* sogar dem Naturforscher nicht vergönnt, sondern erst dem Philosophen.

„Kaum ist es möglich," sagt *Hoppe* ganz richtig, „dass die Menschen ohne Plan suchen." Der Suchende stellt sich alle „Möglichkeiten" auf. Diese Möglichkeiten werden induktiv gewonnen. (Richtiger sollte es heissen: intuitiv gewonnen.) Die Möglichkeiten sind Begriffe. Alsbald tritt die Phantasie herein und „fertigt Vorstellungen der Gegenstände und Erscheinungen aus den Begriffen". Dieses „Konstruieren unterscheidet sich nicht wesentlich von dem Erdichten von Fällen des Dichters". *Hoppe*'s Standpunkt ist klar und lässt sich in folgenden Worten kurz kennzeichnen: als reiner Logiker kenne ich keine anderen Gedankenverkettungen, als die Induktion und die Deduktion bezw. Bewegung aufwärts und Bewegung abwärts. Darum erscheint mir die Bewegung in horizontaler Richtung (zwischen Gedanken gleicher Abstraktionshöhe) $a\,c$ nicht anders möglich, als ein Schritt aufwärts $a\,b$ und ein Schritt abwärts $b\,c$.



Betrachten wir den Vorgang der Gedankenbildung mit einem freieren Blick, so erscheint er uns ebenso einfach wie jene chemische Verbindung, die sich bildet, sobald das Gemisch der betreffenden Körper erhitzt wird. Dieser Vorgang ist nicht doppelgängig, sondern doppelseitig: es ist ein Austausch, eine Dissociation und eine Association zugleich, nicht nacheinander. Das ist der Grundkern alles Schaffens. Jedenfalls ist es kein diskursives Denken, sondern die unmittelbare Bethätigung der Phantasie.

Hoppe hat aber auch einen praktischen Grund, den Anteil der Phantasie möglichst zurückdrängen zu wollen. Wir lesen: „Einstmals konnte man nicht eindringlich genug vor der Phantasie bei dem thatsächlichen Denken warnen und die gemeinten Warnungen werden auch ewig gelten. Indem man aber jetzt gar die Mithilfe der Phantasie beim exakten Denken fordert, muss das Denken und es muss die Menschheit zu solcher Mündigkeit gelangt sein, dass man dies gefährliche Mittel nicht mehr zu fürchten braucht."

Indem sich nun *Hoppe* beherzt, die Intuition anzunehmen und sie in den Vorgang des Entdeckens hinein zu weben, entfaltet er ein Bild dieses Vorganges, dem wir nur beistimmen müssen. „Das Geahnte wagt man dann in einen Begriff einzufassen" (1. Akt)[1]. „Von diesem Begriffe aus macht man eine Konstruktion, d. h. eine gegenständliche Ausführung des vermuteten Begriffes und seiner Folgen" (2. Akt). „Und an der Hand dieser ersonnenen und in Gedanken ausgeführten Aufstellung dringt man dann in den Thatbestand ein und sieht, ob die Aufstellung zu demselben passt und ob das Geahnte das ist, was hier unserem Wissen fehle" (3. Akt).

Hoppe verspricht eine spezielle Arbeit über die Erfindung. Eine solche ist uns aber nicht bekannt geworden und wir begnügen uns, aus dem vorliegenden Werke seine Ansicht hierüber aufzuklären. „Entdeckungen liegen übrigens, wie Erfindungen, den Menschen oft als nötige und gewünschte Dinge im Sinne, bis eine Thatsache oder verwandte Entdeckung auf die Spur und zur That führt." „Es betrifft dies jedoch mehr die Erfindungen als die Entdeckungen und ist, da die klaren Begriffe dieser Handlungen fehlen, viel zu allgemein auch auf die letzteren bezogen worden." „Das Erfinden knüpft nur selten an das (wahre) Entdecken, sondern gewöhnlich nur an das Finden an." „Man geht beim Entdecken und beim (erwerbenden) Finden von einem Fehlenden, zum Erkennen des Vorliegenden nötigen und aus dem Vorliegenden selbst direkt zu entnehmenden Wissen, und man geht beim Erfinden von einem Bedürfnisse aus, für welches man die fehlende Abhilfe sucht. Und beim Entdecken und Finden bedarf man des Ersinnens und oft auch des Erfindens, und beim Ersinnen und Erfinden bedarf man des Entdeckens und des Findens."

Gegen diese ganz allgemeine Fassung des Begriffes „Erfindung" ist kaum ein Widerspruch zu erheben. Seine theoretischen Erwägungen erläutert *Hoppe* aber an Beispielen und erzielt damit wenig Glück. Er entnimmt einer Rede von *Liebig* („Induktion und Deduktion") die Geschichte der Ozonentdeckung und der Photographieerfindung und bemüht sich, daraus typische Vorgänge herauszuschälen. In der ersten sieht er folgende Induktion: „1. Die Luft beim Gewitter und beim Elektrisieren wird riechend. 2. Die Luft beim Gewitter und beim Elektrisieren wird durch den sie durchschlagenden Funken verändert. 3. Ein durch den elektrischen Funken Verändertes wird riechend" (?). Derartiger Induktionen stellt *Hoppe* acht auf und schliesst die letzte mit dem Satze: „Ozon ist modifizierter Sauerstoff." Jedoch sagt er bald: „Die hier aufgestellten logischen Operationen hat nun *Schönbein* in Wirklichkeit allerdings nicht so gemacht, wie wir sie hier angegeben und auseinander gelegt haben. Indes sie lagen dennoch in seiner Seele" (?).

Die Erfindung der Photographie deutet *Hoppe* als Deduktion. „Der Photographie liegen die Thatsachen zu Grunde: 1. dass Silbersalze vom Lichte geschwärzt werden, und 2. dass die ungeschwärzten Lichtverbindungen in unterschwefligsaurem Natron löslich sind. Somit ist der Ausgang der Photographie zunächst eine Deduktion, und *Daguerre* in Paris und *Talbot* in London machten, jeder in seiner Weise, folgenden Sillogismus: Silbersalze werden am Lichte geschwärzt. Jodsilber — auf Papier nach *Talbot* oder auf versilberten Kupferplatten nach *Daguerre* — ist ein Silbersalz. Jodsilber — auf Papier oder Kupfer — wird am Lichte geschwärzt. Ebenfalls auf Grund der Deduktion benutzten beide die Camera obscura und beide machten daher den Versuch, gut beleuchtete Gegenstände ihr Licht auf die mit Jodsilber überzogenen Platten werfen zu lassen. Solche Anwendung des Bekannten in noch nicht bekannter Weise und Zusammensetzung zu einem noch nicht bekannt gewesenen Zwecke war ein Erfindungs-

[1]) *D. p. J.* 1899 **313** 17. Dreiakt.

versuch.“ Auch diese Auslegung schliesst *Hoppe* mit der Bemerkung: „Auch *Talbot* dachte nicht in dieser ausführlichen Weise logisch. Aber bei den ihm bekannten Thatsachen lag der ganze Gang — abgekürzt und irgend sehr unklar — in seiner Seele“ (?).

Will man mit der alten Psychologie in der Erfindung nur lediglich eine Deduktion sehen, d. i. nur die äussere Seite derselben, so macht man keinen Schritt zur Aufklärung des inneren Mechanismus des Vorgangs. Beispielsweise bleibt immer die Frage offen: warum machen wir nicht jeden Tag Erfindungen? Sillogismen zu entwerfen ist ja rein mechanische Arbeit. Leider gilt die Antwort: darum nicht, weil das logische Denken erst später eintreten kann. Den ersten Schritt aber macht die Intuition.

Die Intuition wurde von der alten Psychologie nicht berücksichtigt, und ihrer Wirkung nach bleibt sie stets ein Phantasiesprung über eine logische Kluft. Wie treffend wurde der Pegäsos mit Flügeln versehen! Auf unsere oben entwickelte Analogie zurückkommend, sehen wir den Pegäsos der (bewussten) Phantasie von einem Gipfel auf einen anderen springen. Das ist aber immer nur die Aussenseite des Vorganges. Aus Nichts wird Nichts, und jede neue Geistesschöpfung entsteht nach strengen Gesetzen aus dem vorhandenen geistigen Vorrat. Obwohl wir diese Gesetze zur Zeit erst kaum ahnen, so sind wir doch überzeugt, dass sie dem Bereiche des Natürlichen und uns Fassbaren angehören. Gewiss ist nur, dass sie von den Gesetzen der Induktion und jener der Association der heutigen Psychologie wesentlich abweichen, indem die letzteren nur das Endergebnis der ersteren einigermassen darstellen.

(Fortsetzung folgt.)

Die grossen anlässlich der Pariser Ausstellung in Ausführung begriffenen Eisenbahnbauten.

(Schluss des Berichtes S. 8 d. Bd.)

C. Die Verlängerung der Orleansbahn bis zum Quai d'Orsay in Paris.

Die zweitgrösste Bahn Frankreichs ist soeben daran, ihre in Paris einmündende Strecke vom bisherigen Endbahnhofe am *Quai d'Austerlitz* längs des Seineufers doppelgeleisig und normalspurig bis zum *Quai d'Orsay* zu verlängern, wodurch eine Streckenlänge von 3,70 km zuwächst und ein den Pariser Passagieren äusserst bequem gelegener, neuer Endbahnhof gewonnen wird. Die neue Streckenanlage selber besitzt vom Abzweigungspunkte gerechnet eine Gesamtlänge von 4055,00 m und erstreckt sich vom Bahnhofe „Quai d'Austerlitz“ ausgehend zuerst 285,50 m oberirdisch, dann längs des Administrationsgebäudes der ebengenannten Station in einem 62,75 m langen gedeckten Einschnitte, um weiter bei der Austerlitzbrücke, diese vor dem Landpfeiler kreuzend, einen 150,00 m langen Tunnel zu durchfahren. Von hier geht die Bahn an der Quailehne 711,55 m weit in einem offenen Einschnitt bis zur Sullybrücke, und verläuft dann den ganzen restlichen Teil von 2845,20 m entlang nur unterirdisch. Von dem zuletzt bezeichneten Streckenteile liegen 1883,35 m in mittels Eisenkonstruktionen flach abgedeckten Einschnitten und 786,85 m in überwölbten Durchstichen. Besonders interessant ist es wohl, dass die Trace in ihrem Verlaufe 11 Stadtbrücken knapp vor dem Landpfeiler unterirdisch kreuzt und auf diesem Wege zwischen dem *Pont Neuf* und dem *Pont Carrousel* auf etwa 750 m mit ihrem Schienenniveau bis unter den normalen Wasserstand der Seine in die Tiefe eindringt. Die Strecke ist sonach in ihrem ganzen Verlaufe eine ununterbrochene Reihe hervorragender Kunstbauten, unter denen der Endbahnhof „Quai d'Orsay“ sowohl was die Ausdehnung als die Ausführung anbelangt, als das bedeutendste Bauwerk bezeichnet werden darf, und daher verdient, an erster Stelle näher in Betracht gezogen zu werden.

Diese als Kopfbahnhof angelegte Endstation befindet sich am Quai d'Orsay unmittelbar gegenüber dem Palais des alten *Cour des comptes* und der Kavalleriekaserne, und ist von der *Rue de Bec*, *Rue de Lille*, *Rue de Bellechasse* und dem Seinequai begrenzt. Der Bahnhof wird aus einem oberirdischen und einem unterirdischen Teile bestehen; hiervon liegt der letztere, nämlich das in Fig. 8 im Querschnitt dargestellte Untergeschoss, welches den Raum für die Geleise und Züge darbietet, 5 m tiefer als das Strassenniveau. Auf der Decke dieses Untergeschosses werden die zum Bahnhof gehörigen, in der Zeichnung nicht ersichtlich gemachten Baulichkeiten Platz finden. Der unterirdische Betriebsplatz des Bahnhofes umfasst 15 Geleise, die sich vor der vom alten *Café d'Orsay* gebildeten Ecke der *Rue de Bec* fächerartig aus den beiden Hauptgeleisen der Strecke abzweigen und an der bezeichneten Stelle bereits eine stetig zunehmende Erbreiterung des lichten Raumes des Durchstiches, in welchem die Bahn eintrifft, erforderlich machten. Um diesem Bedürfnisse entsprechen zu können, blieb nichts übrig, als einen Teil des Kellergeschosses des vorgenannten Eckhauses sowie des daneben stehenden Gebäudes der Depositenkasse für die Eisenbahn heranzuziehen. Da aber die Gebäude selbst erhalten werden mussten und oberhalb des Kellergeschosses in keiner Weise abgeändert werden durften, ergaben sich hier ganz besondere Ausführungsschwierigkeiten. Das Profil des Bahndurchstiches, in welchem die Schienen etwa 5 m unter dem Strassenniveau liegen, ist von einer neuerbauten Quaimauer und einer zweiten starken Mauer gebildet, von welchen die letztere die Keller der besagten zwei Gebäude in einem ziemlich scharfen Winkel durchschneidet. Quer über diesen beiden gegen den eigentlichen Bahnhof hin divergierenden Umfassungsmauern liegen starke Träger aus gewalztem Doppel-T-Eisen, die untereinander durch ähnliche Längsträger verbunden sind und an allen Stellen, wo die gegenseitigen Geleisabweichungen den erforderlichen Raum hierzu gewähren, durch Eisensäulen unterstützt werden. Die Maschen dieses Deckrostes sind mit Ziegeln eingewölbt und zu oberst mit einem Betonüberzug abgeglichen. Auf diesen Decken, welche gegen die Königsbrücke zu 20,20 m und gegen den Bahnhof zu 73,65 m Breite und im ganzen 101,5 m Länge besitzen, ruhen nunmehr auch die gesamten Haupt- und Mittelmauern der zwei obengenannten Gebäude, insoweit die Grundmauern derselben in das Profil des Bahndurchstiches hineinreichten und also beseitigt werden mussten. Dank der peinlichsten Vorsicht, die man bei diesen Unterfangungsarbeiten aufgeboten hatte, sind dieselben ohne jeden Unfall und ohne die geringste Beschädigung der bestandenen alten Hausmauern bereits im vergangenen Sommer zu Ende geführt worden. Was die erwähnte neue Quaimauer betrifft, so liegt dieselbe ungefähr 8 m dem Strom näher als die bestandene alte Quaimauer, die entfernt worden ist; das Fundament der neuen geht bis zu 1,5 m tief unter den mittleren Wasserstand der Seine hinab und weist eine Stärke von 2 bis 2,5 m auf. In gleichmässigen Abständen sind Fensteröffnungen ausgespart von 1,80 m Breite und 0,90 m Höhe, um der Luft und dem Lichte Eingang zu gewähren.

Von den 15 Kopfgeleisen des Bahnhofes werden die drei ersten, von der Wasserseite her gerechnet, als Rangiergeleise, die nächstfolgenden vier als Ausfahrtsgeleise für den Fernverkehr, zwei Geleise — eines für die ankommenden, das andere für die abgehenden Züge — für den Vorortverkehr, die nächsten zwei für die eintreffenden Züge des Fernverkehrs, weitere zwei — eines für die Abfahrt,



das andere für die Ankunft — wieder für den Vorortverkehr, und die zwei letzten als Rangiergeleise dienen; letzteres gilt auch hinsichtlich des 15. Geleises, das in Fig. 8 nicht eingezeichnet ist. Fünf neben den Ein- und Ausfahrtsgeleisen hergestellte Bahnsteige S_1 bis S_5 sind für die Reisenden bestimmt und haben eine Länge von 185 bis 240 m und ihre Sohle liegt 0,85 m über Schienenoberkante. Zwei von diesen Bahnsteigen, nämlich S_5 und S_3 haben 7, die übrigen 6 m Breite. Zwei weitere, schmälere Bahnsteige m_1 und m_2 sind den Bahnbediensteten zur Durchführung der Gepäcksverladung und jener Dienstverrichtungen vorbehalten, welche hinsichtlich der Beleuchtung, Beheizung oder Schmierung u. s. w. der Züge erforderlich werden. Auf der der Seine abgekehrten Seite befinden sich unter dem Bürgersteig der *Rue de Lille* die 4 m breiten, mittels Tonnengewölben überspannten Keller eines Gasthofes, des sogen. „Hotel Terminus“, welches seitens der Bahngesellschaft errichtet und hier auf der Mauer M und der Ueberdeckung $M A$ erbaut wird. Die ganze Deckung des Bahnhofuntergeschosses besteht aus quadratisch oder trapezförmig gemaschten Eisenrösten, die auf der Seite der *Rue de Lille* durch die Grundmauer M, d. i. das Fundament der Fassadenmauer des Hotels Terminus, getragen werden, im Geleisplatze aber auf fünf massig untermauerten Säulenreihen A, B, C, D und E, und im letzten Felde auch auf der Quaimauer Q ruhen. Die Spannweiten betragen zwischen M und A 9,00 m, zwischen A und B, in welchem Felde übrigens die Ueberdeckung auf 30,04 m unterbrochen und durch einen Hallenüberbau ersetzt ist, 40,18 m, im Felde $B C$ 16,34 m, $C D$ 8,53 m und $D E$ 15 m, endlich zwischen E und Q 13,00 m. Die Gesamtfläche des eigentlichen Bahnhofes bildet ein Rechteck von 268 m Länge, parallel zur *Rue de Lille* und von 102 m Breite, parallel zur *Rue de Bellechasse*. Der auf der Mauer M und auf der Säulenreihe A ruhende Deckenrost reicht über A um 4,12 m hinaus. Der zweite, gegen die Wasserseite liegende Teil der Trägerdecke besteht aus zweierlei Konstruktionen, von der die eine, stärkere, auf den Säulenreihen B, C und D ruht und bei B mit einer Ausladung von 6,02 m vorsteht, wogegen die andere, schwächere, von der Säulenreihe D und E sowie von der Quaimauer Q getragen wird. Während das äusserste linke Feld $M A$, wie bereits erwähnt, das Gebäude des Hotels „Terminus“ trägt, ist das offene Feld $A B$ durch eine Glashalle überspannt, die aus sieben Bögen von Eisenkonstruktion mit 40 m Spannweite getragen wird. Rechts davon befindet sich auf den Feldern $B C$ und $C D$ das Gebäude mit dem Vestibule zur Abfahrtshalle, mit den Wartesälen und verschiedenen Amtsräumlichkeiten. Das Feld $D E$ liegt unter dem Zufahrtsplatze zur Abfahrtseite und $E Q$ unter der Quaistrasse. Vor und hinter der über das Feld $A B$ gespannten Glashalle ist das genannte Feld nicht offen gelassen, sondern gleichfalls im Strassenniveau mit Fachwerkträgern, ähnlich den Feldern $M A$, $B C$ und $C D$ abgedeckt und mit zwei Säulenreihen, die auf den Bahnsteigen S_1 und S_2 aufgesetzt sind, unterstützt, so dass also der Bahnhof sowohl an der Anfangs- als an der Endseite seiner ganzen Breite nach durch einen im Strassenniveau liegenden Deckenrost abgeschlossen ist. Davon dient der in der *Rue de Bellechasse* liegende Teil als Basis für das Gebäude mit den Ankunftshallen und den zugehörigen Amtsräumen, während der am Bahnhofsanfang gegenüber dem Palais der Depositenkasse gelegene Teil vorläufig nicht überbaut ist und für verschiedene Hilfsbetriebe verwendet werden wird. Das letzte rechtsseitige Feld der Bahnhofeindeckung $E Q$ (Fig. 8) war vorläufig eigentlich nicht notwendig, wurde aber trotzdem ausgeführt, weil hier die Unterbringung jener doppelgeleisigen Strecke vorgesehen ist, welche seiner Zeit den Bahnhof „Aux Invalides“ der Westbahn mit dem Bahnhofe „Quai d'Orsay“ der Orleansbahn in Verbindung bringen soll. Die über $A B$ gespannte grosse Glashalle wird durch einen breiten Steg überquert, der die Verbindung mit dem linken Gebäudeflügel und zu allen Abfahrtsperrontreppen vermittelt. Von den Ankunftsperrons führen besondere Stiegen in das an der Front der *Rue de Bellechasse* gelegene Ankunftsgebäude, welch letzteres übrigens gleichfalls mit dem Hotelflügel in Verbindung gebracht ist.

Fig. 8. Querschnitt des Bahnhofuntergeschosses am Quai d'Orsay.

Ein Bruch des Sammelkanals *de Bièvre*, welcher während des Baues der unterirdischen Teile des Bahnhofes eingetreten war, hatte eine Ueberschwemmung der Baustelle herbeigeführt und eine empfindliche Störung der Arbeiten verursacht; ebenso sind durch Sickerwasser der Seine erhebliche Schwierigkeiten bei Anlage der Fundierungen entstanden; nichtsdestoweniger hat man die Fertigstellung des Untergeschosses in verhältnismässig sehr kurzer Zeit zu stande gebracht.

An jenem Ende des Bahnhofes, wo sich die Hauptweichen befinden, also zunächst jenes eisernen Deckenrostes, der die Quaistrasse sowie einen Teil des Palais der Depositenkasse und des alten *Café d'Orsay* trägt, vereinigen sich die Geleise in einem Tunnel, der die *Pont Royal* vor dem Widerlager des Landpfeilers kreuzt. Dieser Tunnel hat ein aus Beton hergestelltes Deckengewölbe, welches das Brückenwiderlager stark anschneidet, eine Länge von 20,20 m und eine Höhe von 6,70 m vom Scheitel bis zur Schienenoberkante besitzt. Es ist unter freiem Himmel gebaut worden, indem man sich des Erdbodens als Bogengerüste bediente. An dieser Stelle verlief bis dahin der Sammelkanal „de la Bièvre“, welcher beseitigt und durch einen längs des Boulevards *St. Germain* neu zu erbauenden Hauptkanal ersetzt werden musste.

Von der *Pont Royal* läuft die Linie wieder als ausgemauerter, mit eisernen Trägerrösten überdeckter Einschnitt bis zur *Rue de Beaune*. Von hier aus zur *Pont Neuf* schliesst sich dann ein Zwillingstunnel an, dessen beide nebeneinander liegende Strecken je 8 m Spannweite besitzen. Von den beiden doppelgeleisigen Profilen des Zwillingstunnels ist das eine für die in Rede stehende Hauptlinie „Quai d'Orsay-d'Austerlitz“ bestimmt, das andere aber für eine seiner Zeit auszubauende Flügelbahn vorgesehen, die nach *Sceaux* führen und an der geschilderten Stelle unter dem *Quai Voltaire* und *Malacquais* von der Hauptlinie abzweigen wird. Da auch hier die Arbeiten von der vorausgegangenen Herstellung des Ersatzkanals am Boulevard *St. Germain* abhingen, konnte man sie erst später in Angriff nehmen. Der besagte Zwillingstunnel wurde gleichfalls wieder unter freiem Himmel ausgeführt, und zwar sind die mittleren Grundmauern und die beiden Deckengewölbe — das flussseitige auf Leergerüsten, das stadtseitige auf blosser Erde — gleichzeitig erbaut worden. Zunächst des „Institutes“ hört der Zwillingstunnel auf, und nur der eine Strang setzt sich in der gleichbleibenden lichten Weite von 8 m bis zum *Quai des Grands Augustins* fort. Diese Strecke konnte aber nicht mehr unter freiem Himmel, d. h. in der Art eines ummauerten Einschnittes ausgeführt werden, sondern erwies es sich als

geboten, daselbst die Chagneaud'sche Schildmethode zur Anwendung zu bringen.

Anstossend an das eben genannte Tunnelstück folgt am *Quai des Grands Augustins* und *St. Michel* wieder ein durch gemauerte Seitenwände eingeschlossener und mittels eiserner Trägerröste eingedeckter Einschnitt, in welchen lediglich unter der zur St. Michel-Brücke führenden Zufahrtstrasse ein überwölbtes Stück eingeschaltet ist. Der

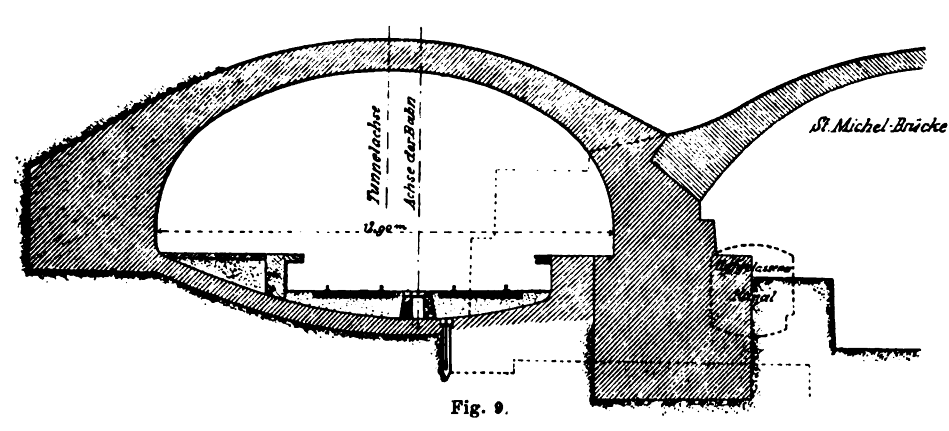


Fig. 9.

Querschnitt des Tunnels an der Kreuzung mit der St. Michel-Brücke.

Bau dieses durch Fig. 9 im Querschnitte veranschaulichten Stückes bot in Anbetracht des starken Verkehres auf der Brücke St. Michel sowie wegen der zahlreichen Rohre für Gas-, Wasser- und Elektrizitätsleitungen, die alle an dieser Stelle eingebettet waren, und erst verlegt oder durch provisorische Unterzüge gesichert werden mussten, mancherlei Schwierigkeiten. Um den Brückenverkehr möglichst wenig zu beschränken, machte man vorerst nur die eine Strassenhälfte vollständig fertig, und dann erst begann man mit dem Baue der zweiten. Der eine Spannweite von 12,90 m besitzende Bogen ist ohne Leergerüste über dem Erdboden erbaut und mit dem rechtsseitigen Anlauf an das Widerlager des ersten Brückenpfeilers angeschlossen, über dessen genügende Festigkeit man sich erst vorher durch Ausbrechen zweier Probekammern, die später wieder vermauert wurden, Ueberzeugung verschafft hatte. Die Abdeckung des Gewölbes besteht aus magerem Beton, auf dem ein Mantel aus Cementmörtel ausgegossen ist, der schliesslich noch einen Ueberzug aus Asphalt erhalten hat. Die Höhe zwischen dem Scheitel des Deckengewölbes und jenem des Fussgewölbes beträgt 7,00 m und die Höhe des freien Raumes über Schienenoberkante etwa 5,60 m. Das hier

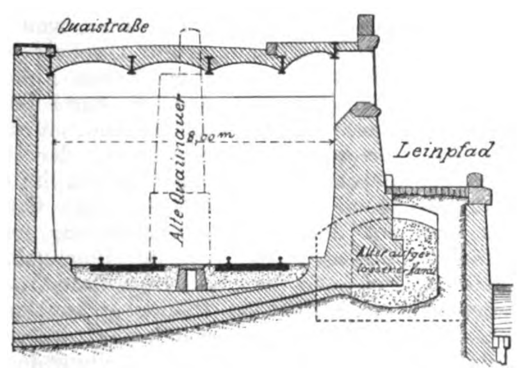


Fig. 10.

Querschnitt des gedeckten Einschnittes am Quai des Grands Augustins.

ausgegrabene Schuttmaterial ist mittels Boote auf der Seine beseitigt worden. Wie die Streckenanlage diesseits des soeben geschilderten Bauobjektes am *Quai des Grands Augustins* sich gestalten wird, wo die Arbeiten erst später begonnen wurden, lässt Fig. 10 des näheren ersehen. Hier muss wieder eine neue Quaimauer, 5 m weiter der Seine zu, erbaut und dagegen die alte beseitigt werden. Die auf der Landseite zu errichtende Stützmauer erhält eine Dicke von 1,75 m; die lichte Weite des Durchlasses beträgt 8 m und die Geleise liegen hier in einer Steigung von 5 ‰.

Jenseits der St. Michel-Brücke liegt die Haltestelle gleichen Namens, welche nur für Reisende ohne Gepäck bestimmt ist. Dieselbe erstreckt sich bis über die *Petit-Pont* hinaus und wird ungefähr eine Länge von 215 m haben, wovon 173 m zwischen den beiden Brücken liegen. Auf dieser Anhaltestation befinden sich die Schienen 5,80 m unter den Deckenträgern und die Geleise, welche eine Steigung von 4 ‰ haben, sind von zwei je 3,50 m breiten Bahnsteigen eingesäumt, zu denen man auf drei Treppen gelangen kann, die gleichzeitig den oberen Quai mit dem unteren verbinden, indem sie in halber Höhe einen Absatz bilden, von dem man einerseits in das Innere der unterirdischen Haltestelle, andererseits auf den Niederquai (Leinpfad) gelangt. In gleicher Anordnung, wie sie Fig. 11 zeigt, die einen Querschnitt der Haltestelle „St. Michel" darstellt, erstreckt sich die letztere ihrer ganzen Länge nach unter der Quaistrasse, die von der Eisendecke des Einschnittes getragen wird. Behufs Durchführung der Anlage hat man damit beginnen müssen, 2 m näher der Seine eine neue Quaimauer aufzubauen, neben der für den Leinpfad gerade noch genügend Raum übrig bleibt. Auf der

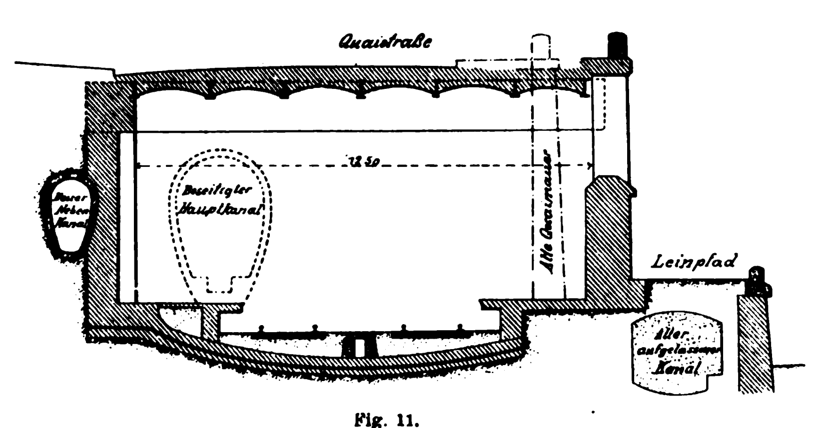


Fig. 11.

Querschnitt der Anhaltestation am St. Michel-Platz.

Landseite errichtete man in der Flucht der zu erbauenden Stützmauer in Entfernungen von 5 zu 5 m senkrechte Schächte, die 1,5 m Breite und 2,5 m Länge erhielten und bis in die Tiefe von 10 m unter das Strassenniveau niedergeteuft wurden; dieselben wurden dann mit Portlandbeton ausgegossen bis zu der Höhe, wo die Tragsteine für die Querträger des eisernen Deckenrostes versetzt werden sollten, und schliesslich untereinander durch Bogenwölbungen verbunden, unter denen späterhin die Stützmauer vollends ausgemauert werden konnte. Zwischen dieser Stützmauer und den Vordermauern der nächsten Häuserreihe blieb nur noch so viel Raum, dass er hinreichte, einen kleinen Sammelkanal dahin zu verlegen, der die Abfallwässer dieser Häuserreihe aufzunehmen hat. Ueber diesen Kanal ist der Raum zwischen der Stützmauer und den Häusern mit guter Erde nachgefüllt. Während der Ausführung der Erdarbeiten und Mauerungen musste man an der in Rede stehenden Bahnstrecke bezw. Haltestelle die vorhandene und zur Beseitigung bestimmten Stadtkanäle infolge der bereits erwähnten Verzögerung, die im Baue des neuen, nach dem Boulevard *St. Germain* verlegten Ersatzkanals eingetreten war, vorläufig stehen lassen. Dieselben konnten erst nach Vollendung des benannten Kanals abgetragen werden, ein Umstand, durch den natürlich die Fertigstellung der ganzen Haltestelle eine nennenswerte Verzögerung erlitten hat. Ein alter, ausser Dienst gestellter Kanal, der unter dem Leinpfade neben der Quaimauer parallel läuft, wurde nicht beseitigt, sondern mit magerem Beton ausgefüllt, um auf diese Weise zur Siche-

rung der neuen Quaimauer beizutragen. Letztere ist aus Hausteinen hergestellt und hat von der St. Michel-Brücke angefangen 26 Fensteröffnungen von je 3,40 m Breite und 2,80 m Höhe, die durch 1,60 m breite Zwischenpfeiler voneinander getrennt sind. Fünf weitere Fenster haben die gleiche Höhe und die gleichen Abstände voneinander, jedoch nur eine Breite von 1,15 m. In der eisernen Decke liegen senkrecht zur Bahnachse in Entfernungen von 5 zu 5 m im ganzen 34 Stück 1,50 m hohe Blechträger, welche durch 0,5 m hohe T-förmige Längsträger verbunden werden, die in Abständen von 2,08 m voneinander angebracht sind. Diese Roste sind in den einzelnen Feldern mit Ziegeln flach eingewölbt, dann mit Beton abgeglichen und zu oberst mit einer Asphaltschichte überzogen.

Hinter der Haltestelle „St. Michel", und zwar vom Kilometer 2,10 bis 1,10, d. i. von der *Petit-Pont* bis zur *Pont Sully* verläuft die Bahn wieder in einem 8 m breiten und vom Scheitel des Bodengewölbes bis zum Scheitel des Deckengewölbes 6,85 m hohen Tunnel, der mittels der Schildmethode ausgeführt und von der *Pont Sully* aus zu bauen begonnen wurde. An dieser Anfangsstelle war zu dem Ende ein 50 m langes Schutt- und Ladegerüste über den Unterquai zur Seine errichtet, wo zwei Boote anlegen konnten, eines zum Wegbringen der Schuttmassen, das andere zur Zuführung der Baumaterialien. Zur Abfuhr des Materials im Innern des Tunnels dienten in den vorgetriebenen Teilstrecken eine Hundebahn mit Kippwagen von 1 qbm Fassungsraum, in den erweiterten Teilstrecken eine Kleinbahn mit Bordwagen von 3 qbm Fassungsraum, welch letztere durch eine kleine, 8 t schwere Pressluftlokomotive *Mékarski*'scher Bauart befördert wurden. Für den Betrieb sämtlicher vor Ort erforderlicher Maschinen, wie Betonstampfer, Mörtelmischer, Pumpen, Hilfsmaschinen der Bauwerkstätte u. s. w., benutzte man lediglich Elektrizität, ebenso für das Vortreiben des Schildes und den sonstigen Betrieb des letzteren. Dafür bezog man vom öffentlichen Elektrizitätswerk des linken Seineufers Wechselstrom, der in einer vor dem Tunnel errichteten Transformatorenstation in Gleichstrom umgewandelt wurde. Die Umwandler lieferten bei einer Spannung von 220 Volt 120 Kilo-Watt. Eine eigene Nebenmaschine von 30 Kilo-Watt war für den Betrieb der Luftpressen vorhanden. Nach Vollendung von 400 m Tunnel wurde ein Querschlag zum Unterquai angelegt und hier neuerlich ein zum Strome führendes Schütt- und Ladegeleis behufs Ab- und Zufuhr des Materials errichtet, und eine dritte solche Umschlagstelle ist endlich noch oberhalb der *Petit-Pont* erbaut worden.

Von der Sully-Brücke an verläuft nunmehr die Bahn, die etwa 70 m hinter der Tunnelmündung in einem Bogen von 200 m Radius nach links abbiegt, bis zum Kilometer 0,485 in einem *offenen* Einschnitte. Letzterer hat im all-

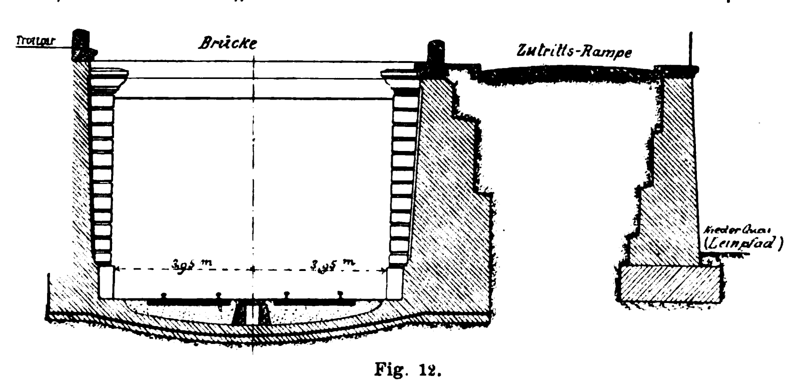


Fig. 12.
Querschnitt des offenen Einschnittes am St. Bernardquai.

gemeinen 9 m Breite und wird seiner ganzen Länge nach in ähnlicher Art, wie es der Querschnitt (Fig. 12) ersehen lässt, von zwei Stützmauern eingefasst. An drei Stellen, nämlich bei Kilometer 0,755, 1,00 und 1,093, sind eiserne Trägerbrücken über den Einschnitt gespannt, um die Verbindung der Quaistrasse mit dem Niederquai bezw. dem Leinpfad und dem Flussufer zu vermitteln. Eben eine solche Ueberbrückungsstelle, und zwar jene, welche sich zunächst des Quais *St. Bernard* befindet, ist in Fig. 12 ersichtlich gemacht. Unweit vor der Austerlitzbrücke tritt nunmehr die mit 11 ‰ ansteigende Bahnlinie aus dem vorgeschilderten offenen Einschnitte wieder in einen kurzen Tunnel und einen sich demselben anschliessenden Einschnitt ein, um auf diesem in Fig. 13 dargestelltem Wege den Walhubertplatz und das Administrationsgebäude der Orleansbahn-Gesellschaft zu unterfahren, wonach die Trace schliesslich in der Mitte des alten Bahnhofes „d'Austerlitz" in das Niveau der Geleise der Hauptlinie gelangt und sich mit derselben vereinigt. Obiger Tunnel hat eine Länge

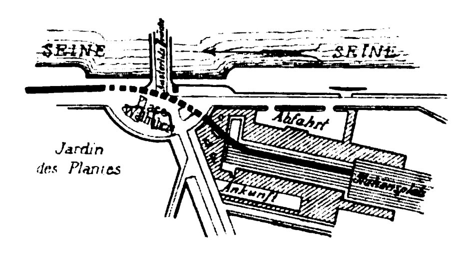


Fig. 13.
Lageplan der neuen Linie am Walhubertplatze.

von 121,60 m und seine niedrigen senkrechten Seitenwände tragen einen gedrückten Bogen von 9 m lichter Weite, der am Gewölbsschluss 5 m über Schienenoberkante liegt und 0,60 m Mauerstärke besitzt. Dieses Deckengewölbe ist unter freiem Himmel über der Erdform ausgemauert worden, welche man vorher mit einer Gipsschichte bedeckt hatte, um eine möglichst reine, glatte, innere Gewölbsfläche zu gewinnen. Als Gewölbsträger dienten zwei Reihen Betonpfeiler, die vor der Inangriffnahme der Herstellung des Deckengewölbes in der Flucht der senkrechten Tunnelwände in regelmässigen Abständen ausgeführt und durch Betonbögen verbunden wurden. Zur Herstellung der Pfeiler hatte man, ähnlich wie in früheren Fällen, Schächte entsprechenden Querschnittes bis zu 8 m unter dem Strassenniveau ausgegraben und sodann mit Beton ausgefüllt. Das Deckengewölbe ist gleichfalls auf 80 m Länge in Beton hergestellt worden, im übrigen Teile jedoch aus Sandsteinquadern mit Milchcementmörtel. Nachdem von Feld zu Feld die Seitenwände durch die Untermauerung der die Stützpfeiler verbindenden Bogen fertig gestellt wurden, schritt man zur Entfernung des Erdkerns. Die hierbei gewonnenen Schuttmassen wurden zum Hafendamm des Quais *St. Bernard* geführt und dort von dem Schuttgerüste in die Boote gestürzt, welche sie nach *Ablon* weiterschafften. Der sich dem Tunnel anschliessende, überdeckte Einschnitt bezw. Durchstich hat auf eine Länge von 35 m so ziemlich ganz dieselbe Anordnung, wie die überdeckten Einschnitte der anderen Streckenteile, namentlich was die Ausführung der Decke anbelangt, doch besitzt er eine lichte Weite von 9 m. Eben dieselbe Spannweite hat die 20 m lange Fortsetzung des Durchstiches, die Deckenkonstruktion ist hier aber, weil der Trägerrost samt Abgleichung und Asphaltierung nur 0,80 m hoch gemacht werden konnte, durch eine Reihe Mauerpfeiler unterstützt, die durch Bogen fortlaufend untereinander verbunden sind. Mittels eines ähnlich angeordneten Durchstiches, der die Fortsetzung des eben besprochenen bildet, ist auch das Administrationsgebäude der Gesellschaft unterfahren. Es sind zur diesfälligen Durchführung im Kellergeschosse dieses Gebäudes in der Flucht der beiden Seitenmauern und der mittleren Stützmauern entsprechend tief fundierte Pfeiler erbaut und untereinander durch Bogen verbunden worden; dann erfolgte das Einziehen und die Fertigstellung des Deckenrostes, mit dem die vom Profil der Bahn getroffenen Mauern des Hauses unterfangen wurden. Hierauf baute man die beiden Seitenmauern unter den Bogen vollständig aus und nun schritt man zur Beseitigung des in das Profil hineinreichenden alten Mauerwerks und des Schuttes sowie schliesslich zur Herstellung des flachen Bodengewölbes. Die Länge dieser Unterfahrung beträgt annäherungsweise 66 m. Die starke Steigung von 11 ‰, mit der im alten Bahnhofe „Quai d'Austerlitz" die neue Linie eintrifft, besteht im letzten Abschnitte derselben durch volle 440 m.



Es ist schliesslich nur noch hinsichtlich der allgemeinen Ausführung der Strecke zu bemerken, dass dieselbe ihrem ganzen Verlaufe nach überall mit Sohlen- oder Fussbogen gegen das Eindringen von Grund- oder Seihwasser versichert sind, wie dies ja auch die Fig. 8 bis 12 ersehen lassen, und dass alle diese Bodengewölbe und ebenso alle dem Eindringen von Wasser ausgesetzten Stützmauern aus zwei Teilen bestehen, die durch eine starke Beton- oder Cementmörtelschichte voneinander getrennt sind und auf diese Weise gegen das Eindringen des Wassers sicheren Schutz bieten. Trotz der zahlreichen und ganz beträchtlichen Schwierigkeiten, welche neben der laufenden Herstellung durch die Aufrechterhaltung des Strassenverkehrs, durch Bekämpfung der Sickerwässer, durch die Umlegungen von Gas- und Wasserleitungen, grossen und kleinen Abzugskanälen, Telephon- und Lichtkabeln zu überwinden waren, steht die Vollendung der Strecke Quai d'Austerlitz-Quai d'Orsay zweifellos noch *vor* der Eröffnung der Weltausstellung bevor. Oberingenieur *Brière* und Bauingenieur *de la Brosse* waren seitens der Bahngesellschaft mit der Leitung dieses eigenartigen, schwierigen Baues betraut, dessen Kosten durchschnittlich pro laufenden Kilometer mit 10 Millionen, also zusammen auf 40 Millionen veranschlagt sind.

Mit Rücksicht auf den ausgesprochenen Charakter einer Untergrundbahn, welchen die neue Pariser-Strecke der Orleansbahn besitzt, hatte man sich von vornherein entschlossen, daselbst für die Zugförderung elektrischen Betrieb einzuführen. Es sind hierzu vorläufig 8 Lokomotiven der bekannten *Hoboken*-Type bestellt worden, von denen stets 5 oder 6 in Dienst stehen werden, da es sich täglich um die Beförderung von durchschnittlich 150 leeren und besetzten Züge handeln wird. In der alten Station „Quai d'Austerlitz“ erfolgt bei allen Personenzügen eine Auswechslung der Zugsmaschine, indem die elektrische Lokomotive den Zug von der Dampflokomotive übernimmt bezw. an dieselbe übergibt. Jede der elektrischen Lokomotiven leistet 500 Kilo-Watt und hat ein Eigengewicht von 40 t, das man durch Ballast um 5 bis 6 t vermehrt, damit sie genügendes Adhäsionsgewicht erhält, einen Zug von 250 t — die Lokomotive mitgerechnet — mit einer durchschnittlichen Fahrgeschwindigkeit von 32 km/Std. zu befördern. Danach werden die elektrischen Züge die Strecke in 8 Minuten zurücklegen. Die erforderliche Energie wird von dem Elektrizitätswerke geliefert, das sich die Eisenbahngesellschaft für diesen Zweck in *Ivry*, 5,3 km vom *Quai d'Orsay* entfernt, errichtet hat, und das vorläufig 2000 Kilo-Watt Dreiphasenstrom von 5500 Volt erzeugt. Dieser Strom wird auf den Bahnhöfen „Quai d'Austerlitz“ und „Quai d'Orsay“ durch je einen rotierenden Umformer für die Zugsförderungszwecke auf Gleichstrom von 550 Volt gebracht und nebstbei in den beiden genannten Stationen sowie in *Ivry* mittels je zweier *Leblanc*'scher Synchronmotoren (vgl. *D. p. J.* 1898 B. **308** * 132) für Beleuchtungszwecke auf 500 Volt umgewandelt. Ueberdem werden in den Stationen „Quai d'Austerlitz“ und „Quai d'Orsay“ auch noch Akkumulatorenbatterien von je 1100 Ampère-Stunden Kapazität aufgestellt, die in erster Reihe für die Zugsförderungsanlage als Puffer, an zweiter Stelle aber auch für die Beleuchtungsanlage als Reserve zu dienen haben. Die Zuführung des Betriebsstromes längs der Eisenbahngeleise wird im allgemeinen als *dritte Schiene*, an den Weichen jedoch als Oberleitung angeordnet, und die elektrischen Lokomotiven tragen dementsprechend sowohl nach unten federnde gleitschuhartige Stromabnehmer, als auch am Dache aufwärtsfedernde drahtschleifenförmige Kontaktstangen. Nebst dem Energiebedarf für die Zugförderung wird das Elektrizitätswerk der Orleansbahn in Ivry auch den Bedarf für die Beleuchtung der unterirdischen Strecken und der beiden mehrfach genannten Bahnhöfe decken, sowie auch jenen einer Reihe von Schöpfwerken, Speisepumpen, Aufzügen, Drehscheiben, Schiebebühnen und sonstiger Hilfseinrichtungen, insoweit solche zwischen den äusseren Festungswerken und dem *Quai d'Orsay* an der Bahn vorhanden sind. Für künftige Mehrleistungen ist bereits eine Erweiterung des Werkes vorbereitet.

Die gebräuchlichen Automobilsysteme.

Von Professor **H. Bachner** in Stuttgart.

(Fortsetzung des Berichtes S. 16 d. Bd.)

II. *Kühlung.*

Für die gute Wirkungsweise jedes Explosionsmotors ist eine ausreichende Kühlung des Cylinders wesentliche Vorbedingung. Unterbleibt die Kühlung, so verbrennt das dem Kolben unentbehrliche Schmiermittel an den überheissen Wandungen und wirkt statt fördernd stark bremsend auf den Bewegungsvorgang; gleichzeitig verringert sich die Gewichtsmenge des angesaugten Gemisches entsprechend der Abnahme der Dampfdichte mit steigender Temperatur, wodurch die Intensität der Explosion und die Grösse der indizierten Leistung eine Einbusse erleidet.

Beim stationären Motor erfolgt die Kühlung stets durch Wasser, welches durch besondere den Cylinder umgebende Hohlräume zirkuliert, und gilt dann als normal, wenn die höchste Kühlwassertemperatur 60° bis 70° C. nicht überschreitet. Um dies zu erreichen, sind bei Benutzung von stetig aus der Leitung entnommenem Wasser 30 bis 40 l pro Pferdekraftstunde erforderlich; muss man mit dem Wasser sparen und ein und dieselbe Kühlwassermenge im Kreislauf benutzen, wobei die Zirkulation durch den Auftrieb des heissen Wassers im Mantel gegenüber den kühleren Schichten im Reservoir selbstthätig erfolgt, so sind für einen 2pferdigen Motor beispielsweise rund 700 l Wasser erforderlich.

Man sieht, es handelt sich hier um Gewichte, welche dem Motorwagen leichterer Bauart unter keinen Umständen aufgebürdert werden dürfen. Will man hier doch Wasserkühlung verwenden, was bei grösseren Leistungen nicht zu umgehen ist, so bleibt nichts übrig, als die mitzuführende Wassermenge auf ein Minimum zu beschränken, d. h. nichts anderes, als für das austretende Wasser die Sied-

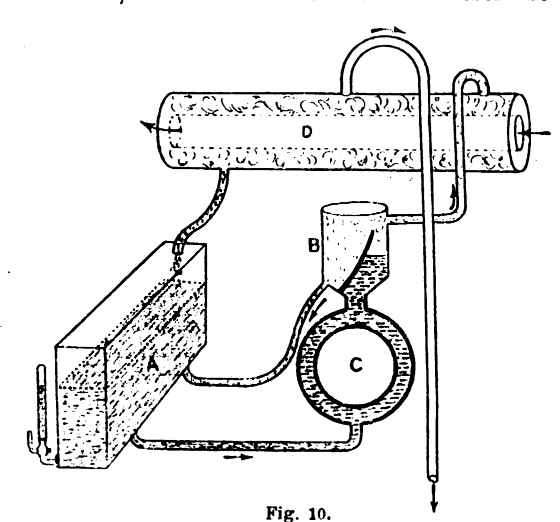


Fig. 10.
Kühlvorrichtung des Benz-Motors.

temperatur zuzulassen; die entsprechende Cylindertemperatur ist dann natürlich noch wesentlich höher. Man benutzt demnach zur Wasserkühlung der Automobilmotoren



die an zweiter Stelle genannte Methode, und hat nun vor allen Dingen dafür Sorge zu tragen, dass das Wasser bis zum Wiedereintritt in den Mantel wenigstens einigermassen rückgekühlt wird.

Hierzu bietet gerade der Umstand, dass das Wasser ins Kochen gerät und verdampft, ein geeignetes Mittel. Gelingt es nämlich, den Dampf kontinuierlich zu kondensieren und dabei auch das Kondensat noch weiter abzukühlen, so ist ein Dauerbetrieb mit dieser Kühlmethode wohl möglich.

Fig. 10 zeigt die diesem Zwecke dienende[1]) Einrichtung der *Benz*-Wagen. Als Kondensator dient ein doppelwandiges, quer zur Wagenachse gelagertes weites Rohr *D*, durch dessen inneren beiderseits offenen Hohlraum die Luft hindurchstreichen kann. Häufig wird sie (vgl. Fig. 11) hierzu genötigt durch die vorstehenden, nach entgegengesetzten Seiten umgebogenen Enden der inneren Wandung, wodurch links der Eintritt, rechts der Austritt der Luft begünstigt wird; ausserdem umspült und kühlt dieselbe natürlich auch die äussere Oberfläche des Kondensators.

Der an den Cylinderwänden entwickelte Dampf gelangt zunächst in den Wasserabscheider *B*, aus welchem die relativ geringe Menge mitgerissenen bezw. schon hier kondensierten Wassers direkt dem Kühlwasser wieder zugeführt wird. Der Dampf tritt hierauf in den Kondensator *D*, schlägt sich an dessen Wänden als Wasser nieder und fliesst in den Vorratsbehälter *A* zurück, woselbst sich die Kühlung noch fortsetzt.

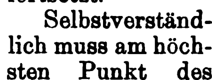


Fig. 11.
Kühlvorrichtung des Roger-Motors.

Selbstverständlich muss am höchsten Punkt des ganzen Kühlleitungssystems eine Kommunikation mit der Atmosphäre vorgesehen sein, damit ein gefährliches Ansteigen der Dampfspannung vermieden wird; auf diesem Weg entweicht ein Teil des entwickelten Dampfes (vgl. Fig. 10 bis 12).

Mit der vorstehenden Konstruktion sind alle übrigen Systeme der Wasserkühlung im Prinzip identisch; gemeinsam ist ihnen insbesondere, dass im Gegensatz zur Wasserkühlung der stationären Motoren von dem Gewichtsunterschied der heissen gegen die gekühlten Wasserschichten zur Zirkulation derselben kein Gebrauch gemacht wird; dies ist aber dort auch überflüssig geworden, weil die das verdampfte Wasser ersetzenden kühleren Schichten mit viel lebhafterer Bewegung nachströmen als bei reiner Wasserzirkulation ohne Dampfbildung.

In vielen Fällen freilich genügt auch diese Anordnung der Kühlung noch nicht, man muss die Oberflächenkühlung des Wassers noch wirksamer gestalten, indem man es in Rohrschlangen zirkulieren lässt. Hierzu ist dann, da die Bewegungswiderstände zu gross ausfallen, eine besondere kleine Pumpe einzubauen, wie die von *Roger* gewählte Anordnung zeigt (Fig. 11). Es sind: *i* die Vorratsbehälter, *a* der durch eine Rohrspirale gekühlte Cylinder, *c* der Wasserabscheider, *e* der Kondensator, *g* die Rohrschlange

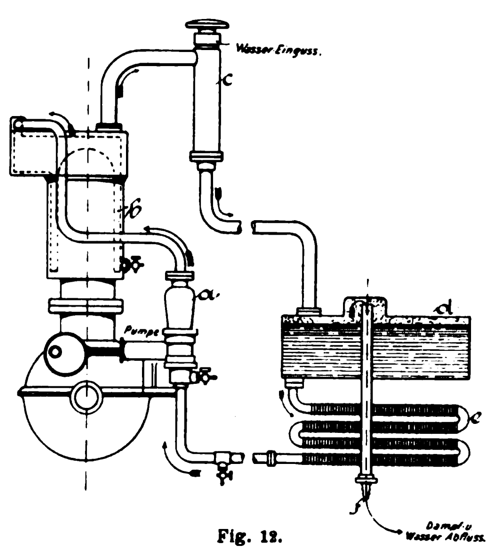


Fig. 12.
Kühlvorrichtung des Daimler-Motors.

für die Oberflächenkühlung, *m* die Zirkulationspumpe, durch *o* gleicht sich die Dampfspannung aus; die Kühlrohre finden dabei vorn unter dem Wagenkasten ihren Platz.

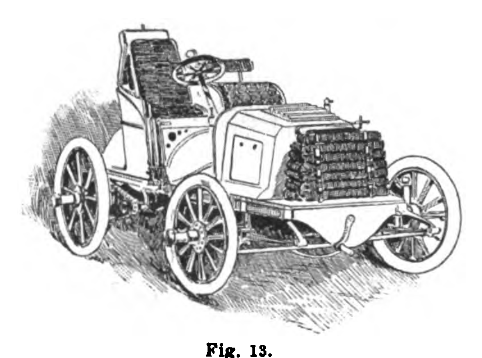


Fig. 13.
Anordnung der Kühlvorrichtung eines französischen Rennwagens.

Auch die *Daimler*-Wagen erhalten eine kleine Pumpe zur Erzeugung einer von zufälligen Störungen unabhängigen, möglichst lebhaften Wasserzirkulation[2]) (Fig. 12).

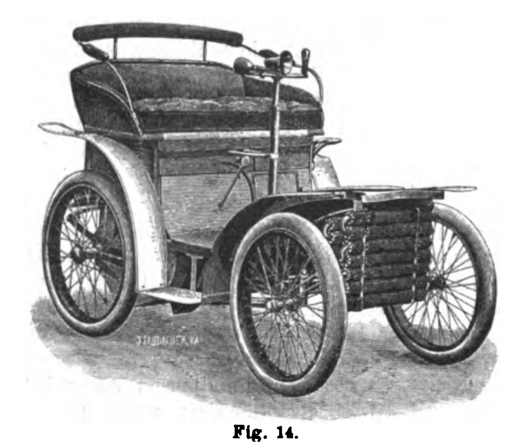
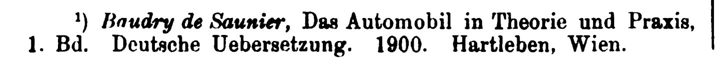


Fig. 14.
Anordnung der Kühlvorrichtung des Motorwagens Liliput von Heinle und Wegelin.

Diese Pumpe *a* wird von der Motorwelle durch ein Exzentergetriebe bewegt und drückt das Wasser- und Dampfgemisch aus dem Cylindermantel *b* in ein Sammelgefäss *d*;



[1]) *Baudry de Saunier*, Das Automobil in Theorie und Praxis, 1. Bd. Deutsche Uebersetzung. 1900. Hartleben, Wien.

[2]) Dem Verfasser von der Firma *Daimler-Motorengesellschaft* in Cannstatt ebenso wie Fig. 4 und 5 freundlichst überlassen.

von hier gelangt das Kondensat infolge der Saugwirkung der Pumpe in die Kühlrohre *e* und schliesslich zum Saugventil der Pumpe zurück. Die Kommunikation mit der Atmosphäre ist durch das Rohr *f* gewahrt.

Legt man weniger Wert auf das Aussehen als auf möglichst intensive Kühlung, wie z. B. bei Rennwagen, welche neuerdings auftauchen, so kann man die Kühlschlangen vor der Wagenstirn anordnen[3] (vgl. die Abbildung eines französischen Rennwagens, Fig. 13). Auch die Firma *Heinle und Wegelin* in Oberhausen bei Augsburg benutzt diese Anordnung an ihrem Motorwagen Liliput (Fig. 14), da sie, von dem Bestreben nach einer möglichst kompendiösen Bauart ausgehend, bedacht sein muss, die Rückkühlung so weit zu treiben, als ausführbar erscheint.

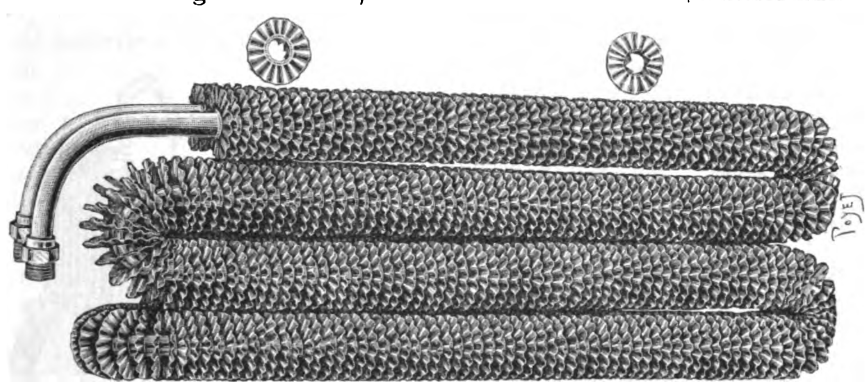


Fig. 15.
System des schlangenförmigen Abkühlers von Loyal.

Dabei benutzt man zur Vergrösserung der wärmeableitenden Oberfläche zweckmässig Rippenrohre (Fig. 12), welche ähnlich den bekannten Heizkörpern der Dampfheizungen aus Gusseisen hergestellt sein können, nach dem Verfahren von *A. Loyal* in Paris indes recht zweckmässig aus Kupferrohr mit aufgelöteten gewellten Stahlrippen bestehen (Fig. 15)[4]. Dies System ist offenbar auch beim Liliput-Wagen (Fig. 14) zur Anwendung gekommen.

Weniger glücklich erscheint der in Fig. 16 verzeichnete Gedanke, die glatten Kühlrohre durch Umwickeln mit Drahtspiralen ausstrahlungsfähiger zu machen, weil zwischen Rohr und Draht zu wenig Uebergangsfläche für die Wärme vorhanden ist.



Fig. 16.
Kühlung mittels Drahtspirale.

Dagegen kommt trotz grösserer Komplikation und vermehrten Energieverbrauches jetzt häufig künstliche Ventilation zur Anwendung. Auf verhältnismässig einfachem Wege ist hierzu bei den neueren *Daimler*-Motoren das Schwungrad selbst als Ventilator ausgebildet.

Alle hier angestrebten und noch möglichen Verbesserungen können indes einen Uebelstand nicht beseitigen und das ist die Notwendigkeit, von Zeit zu Zeit den Wasservorrat zu ergänzen, hervorgerufen durch das schon als unvermeidlich erwähnte teilweise Entweichen des sich bildenden Dampfes. Hierdurch nimmt die Kühlwassermenge stetig ab, ihre Durchschnittstemperatur entsprechend zu, so dass schliesslich ihre Kühlfähigkeit nicht mehr genügt, und kaltes Wasser nachgefüllt werden muss, ehe der Motor unter der Ueberhitzung leidet; beim *Benz*-Wagen tritt dieser Fall nach etwa 50 km ein.

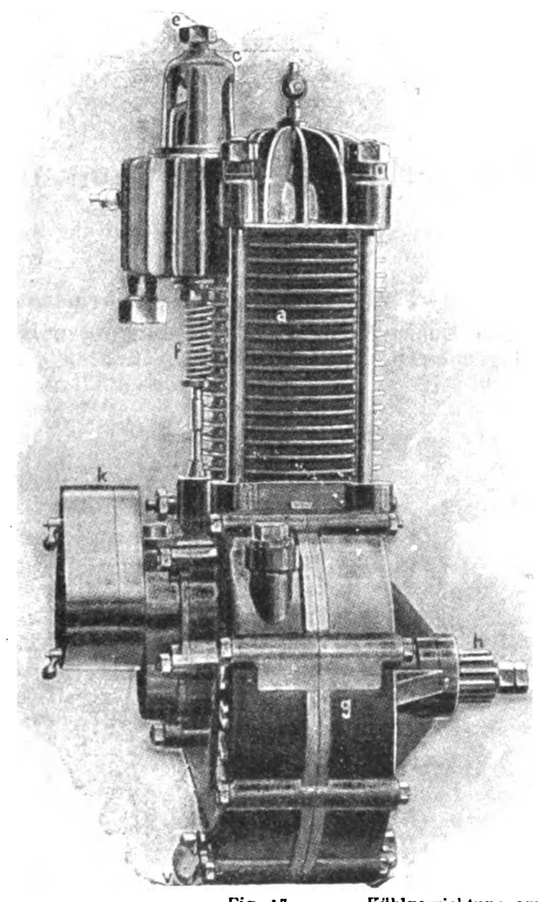
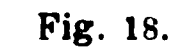


Fig. 17. Kühlvorrichtung am Dion et Bouton-Motor



Diese Nachteile in Verbindung mit dem Umstand, dass bei ganz leichten Fahrzeugen, insbesondere den Motorfahrrädern, die Mitnahme eines auch verhältnismässig recht

---

[3]) Vgl. auch *D. p. J.* 1899 **314** * 37, Motorwagen Petit-Duc von *De Dietrich*.

[4]) Vgl. auch *D. p. J.* 1899 **314** * 182.



kleinen Wasserquantums, welches schon häufiges Nachfüllen bedingen würde, mit Rücksicht auf Gewicht und Raumbedarf überhaupt ausgeschlossen erscheint, führten zu einer anderen Kühlmethode, der reinen Luftkühlung. Man beseitigt den Mantel, versieht alle zu kühlenden Oberflächen mit möglichst grossen Kühlrippen und überlässt es der durch das Fahren entstehenden Luftbewegung, diese Teile vor Ueberhitzung zu schützen.

Die Erfahrung zeigt, dass auch diese Kühlung sich bewährt, vorausgesetzt, dass man ihr nicht zu viel zumutet, d. h. bis zu einer Motorleistung von etwa 3 bis höchstens 4 PS. Immerhin werden solche Motoren bei dauernd grosser Belastung, z. B. auf langen Steigungen, in ihrer Leistung merklich nachlassen, gerade dann, wenn dieselbe am grössten sein sollte.

Die normale Bauart dieser Motoren mit reiner Luftkühlung ist in Fig. 1 am *De Dion et Bouton*-Motor und in Fig. 17 am Motor [5]) der Lizenzinhaberin *Cudell und Co.* in Aachen dargestellt, im Gegensatz zum wassergekühlten Motor [6]) derselben Firma (Fig. 18). Die eigentliche Cylinderaussenfläche erhält dabei rund herumlaufende, ziemlich nahe bei einander stehende, gusseiserne Rippen, während der Cylinderkopf nebst Ventilkammer mit vertikal gestellten flügelartigen Rippen ausgerüstet wird. Die Versuche, diese Kühlungsart noch zu vervollkommnen, erscheinen nicht sehr aussichtsreich; immerhin dürften die folgenden Konstruktionen von Interesse sein.

Der wegen seines Kurbelgehäuses bereits erwähnte *Gaillardet*-Motor (Fig. 4) besitzt nur horizontale Rippen, welche weiter als bisher voneinander abstehen, aber sehr verbreitert sind. Offenbar soll diese Anordnung der Luft einen besseren Zutritt gewähren. Das Gleiche erstrebt die Firma *Tourneau und Cie.* in Paris, mit ihrem *L'Aviator* genannten Motor (Fig. 19), welcher nur vertikal gestellte Rippen besitzt. Diese Konstruktion, bei der stationären stehenden Maschine die Luftströmung entschieden begünstigend, erscheint im vorliegenden Fall für vertikale Aufstellung nicht nutzbringend, da die Strömungsrichtung der bewegten Luft beim Fahren vorwiegend eine horizontale sein wird.

[5]) *D. p. J.* 1899 **311** * 141.
[6]) *D. p. J.* 1899 **314** * 34.

Einen Fortschritt bedeutet dagegen das Aufziehen gewellter kupferner Blechringe auf den glatt gedrehten Cylinder an Stelle der angegossenen gusseisernen Rippen, eine Bauart, die von den *Aster-Fahrradwerken* in Paris eingeführt wurde (Fig. 5). Die geringe Blechstärke gestattet die Anzahl der Ringe und damit die ausstrahlende Oberfläche zu vergrössern, während gleichzeitig die vorzügliche Wärmeleitungsfähigkeit des Kupfers die Wärmeabfuhr begünstigt. Der Einfluss dieser Anordnung auf den Wirkungsgrad soll nach Angabe der Firma dadurch zum Ausdruck kommen, dass der 2pferdige Motor nur 30 kg, die 4pferdige Zwillingsmaschine nur 45 kg Gewicht besitzt, Eigenschaften, welche diese Motoren für Fahrradzwecke ausserordentlich geeignet erscheinen lassen.

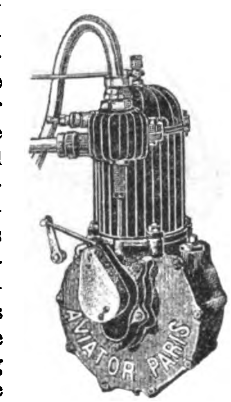


Fig. 19. Kühlvorrichtung des L'Aviator-Motors von Turneau und Cie.

Im Anschluss an das Kapitel sei noch erwähnt, dass man neben der Kühlung der ausreichenden Schmierung der Cylinderwände besondere Beachtung schenken muss. Es erhält daher dieser Teil in der Regel eine Oelzuführung für sich (vgl. Fig. 7), zweckmässig durch eine kleine Oelpumpe, welche von den Erschütterungen des Wagens und der Aufmerksamkeit des Fahrenden unabhängig funktioniert.

(Fortsetzung folgt.)

Neuere Bohrmaschinen und Hilfswerkzeuge zum Bohren.

Von Prof. **Th. Pregél** in Chemnitz.

Bemerkenswerte Neuerungen sind in der Universalbeweglichkeit der Bohrspindel bei standfesten Maschinen, namentlich bei Flügelbohrmaschinen durchgeführt, bei welchen der elektrische Antrieb auch erfolgreiche Anwendung findet. Eine ungewöhnliche, früher nur dem Handbohrwerke eigentümliche Universalbeweglichkeit ist aber den mit Druckluft bethätigten tragbaren Bohrwerken eigen, welchen deshalb ein gewaltiges Arbeitsfeld erschlossen wird und eine massenweise Verwendung erwarten lässt, sofern die Pressluftanlagen in Maschinenwerkstätten mehr zur Einführung gelangen. Deshalb dürfte zu bezweifeln sein, dass Bohrwerke mit Antrieb durch biegsame Wellen mit den leichter tragbaren Druckluftbohrmaschinen noch in Wettbewerb treten können. Auch das Arbeiten mit mehrfachen Spindeln führt sich im Grossmaschinenbau immer mehr ein, abgesehen von Sondermaschinen mit ihren Vorzügen und Nachteilen. Durch die allgemeine Einführung der Spiralbohrer, namentlich durch das dabei bedingte genaue Schleifen der Schneidkanten sind gegenüber den letzten Jahrzehnten im Lochbohrbetrieb bedeutende Fortschritte gemacht worden, welche sich naturgemäss auch auf andere Werkzeuge des Bohrbetriebes übertragen haben.

H. Michaelis' Universalbohrmaschine.

Bequeme Einstellung des Bohrers nach allen Richtungen eines durch die Grössenverhältnisse der Maschine

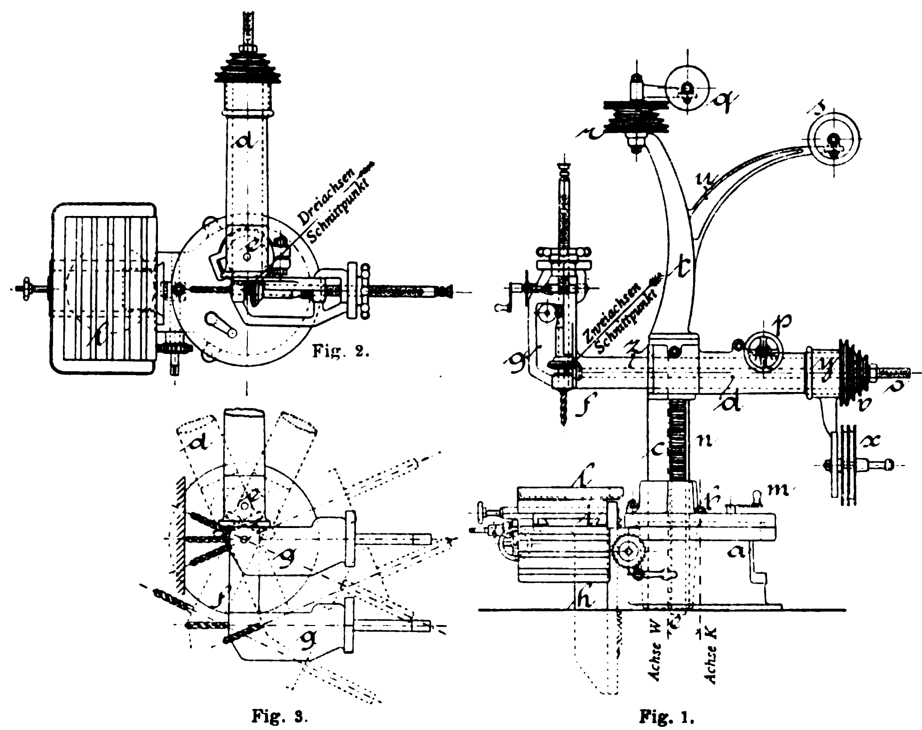
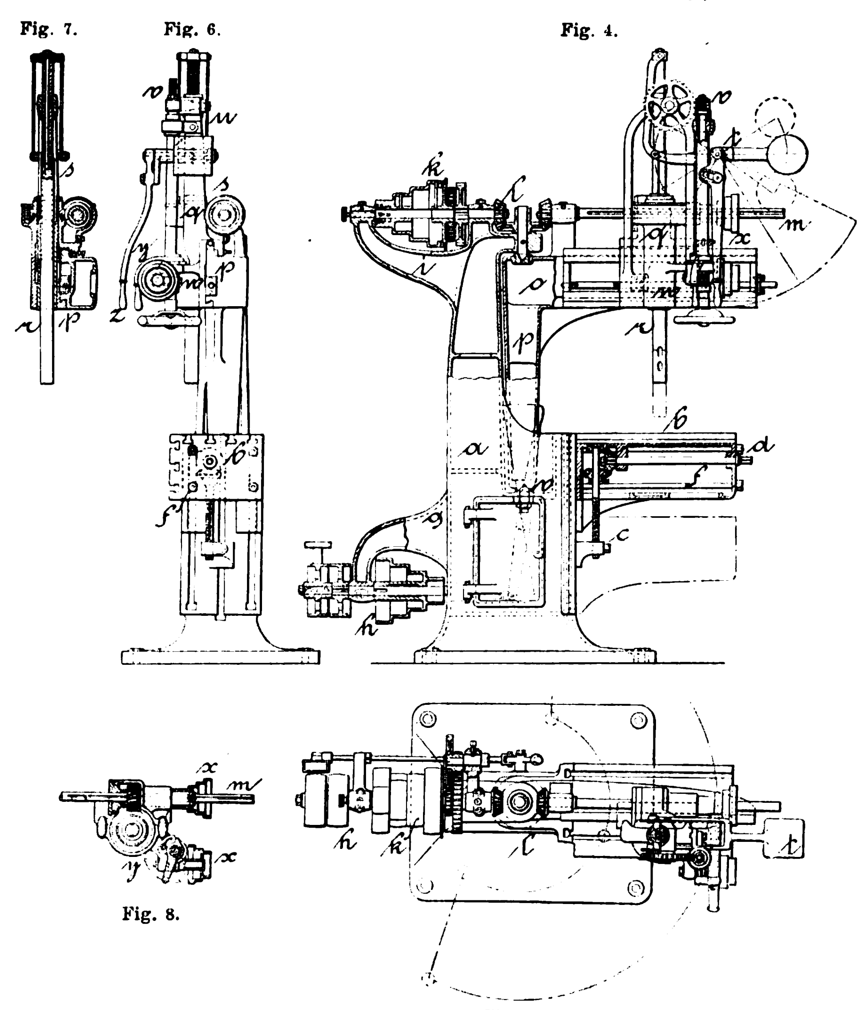


Fig. 2. Fig. 3. Fig. 1.
Michaelis' Universalbohrmaschine.

begrenzten Raumes ist Zweck und Aufgabe dieses Bohrwerkes. Nach dem D. R. P. Nr. 85646 besteht diese von *J. G. Hermann Michaelis*, Maschinenfabrik in Chemnitz, gebaute Universalbohrmaschine (Fig. 1 bis 3) aus einem Bettkasten *a* mit wagerecht drehbarer kreisförmiger Kopfplatte *b*, in deren exzentrisch gestellter Nabe die stehende Bohrsäule *c* mittels Zahnstangengetriebes hochstellbar ist. Der Kopf dieser Säule ist durch ein einseitig winkelrecht abstehendes Rohrstück *d* gebildet, in dessen Ausbohrung ein cylindrischer Kolben *f* sowohl längsseits verschiebbar, als auch um seine Längsachse verdrehbar gemacht ist. Da nun am Kopfende dieses Kolbenrohres *f* das Bohrwerk *g* angebracht ist, so kann die Bohrspindel vorerst jede Winkellage in senkrechter Ebene um die wagerechte Drehungsachse von *f* einnehmen, es kann ferner dem Zweiachsenschnittpunkt *gf* jeder Radialabstand vom Säulenmittel *c*, also jede durch *f* bedingte Ausladung bis zur kleinsten im Abstande *e* gegeben werden. Sofern nun der Abstand der senkrechten Säulenachse *w* von der senkrechten Drehungsachse *k* der Kopfplatte *b* ebenfalls den Wert *e* bekommt, so ist es nunmehr möglich, auch die stehende Säule *c* um ihre vertikale Achse *w* derart zu drehen, dass der Zweiachsenschnittpunkt *fg* in die verlängerte Kopfplattenachse *k* hineinfällt, so dass in diesem Fall ein Dreiachsenschnittpunkt *fgb* (Fig. 2 und 3) entsteht. Wird nun die Kopfplatte *b* auf dem Bettkasten *a* im Winkel verstellt, so erhält das Bohrermittel Radialeinstellungen um die Kopfplattenachse, also in wagerechter Ebene. Findet hierbei eine Winkeldrehung des Bohrwerkes um die wagerechte Kolbenachse *f* statt, so erfolgt Radialeinstellung im Kugelraum aus dem Mittelpunkt, welcher der Dreiachsenschnittpunkt ist. Wäre diese Einrichtung der drehbaren Säule *c* in der drehbaren Kopfplatte *b* nicht vorhanden, so könnten wohl Tangentialeinstellungen des Bohrers, nicht aber die vorerwähnten Radialeinstellungen ermöglicht werden. Ausserdem kann der Dreiachsenschnittpunkt durch Vertikalverstellung der Säule *c* jede Hochlage einnehmen, sowie nebstdem der Tischwinkel *h* Hochstellbarkeit, die Aufspannschlitten *i* Kreuzverstellung bezw. die Tischplatte *l* Kreisdrehung erhalten kann. Um diese Verlegung der Bohrwerkelemente zu erleichtern, ist ein Zahnkranztrieb *m* für die Drehung der Kopfplatte *b*, ein Zahnstangentrieb *n* für das Heben der Säule *c*, eine achsiale Schraubenspindel *o* zur Verschiebung des Bohrwerkkolbens *f* im Winkelrohr *d* und ein Schneckenradtriebwerk *p*· zur Verdrehung von *f* in *d* vorgesehen. Durch diese Lagenänderungen der Gestellteile des Bohrwerkes ist der Antrieb der Bohrspindel durch ein einziges Winkelradpaar, welches im Zweiachsenschnittpunkt *fg* liegt, vermittelt, sonst aber nur selbstspannender Schnurtrieb in Anwendung gebracht, dessen Rollen *qrs* auf Gabelarmen *tu* bezw. die Schnurrollen *vx* an einer Rohrbüchse *y* sitzen, in welcher auch die Fernrohrkeilnutwelle *z* die erforderliche Lagerung erhält.

G. Richards' Flügelbohrmaschine.

Eine eigenartige Flügelbohrmaschine mit Winkeltisch, welcher die Arbeiten gewöhnlicher Ständerbohrmaschinen zugewiesen werden, die aber diese Arbeiten exakter ausführen soll, ist von der *Richards Machine Tool Company*, Suffolk House E. C., London, gebaut. Diese in Fig. 4 bis 8 nach *American Machinist*, 1898 Bd. 21 Nr. 35 * S. 657, dargestellte Maschine trägt an der vorderen Seitenbahn des Hohlgussständers *a* einen Winkeltisch *b*, welcher vermöge Schraubenspindel *c* durch Winkelwelle *d* Hochstellungen erhalten kann, in denen derselbe von langen durchgehenden Spannkopfschrauben *f* festgestellt wird. Am angegossenen Arm *g* ist das Vorgelege mit Festlosscheibe *h*, am oberen Arm *i* das Stufenscheibentriebwerk *k* mit Rädervorgelege untergebracht. Der Betrieb ist vermöge eines um den festen Zapfen lose gehenden Winkelrades *l* auf die Flügelwelle *m* weitergeleitet. Der Winkelflügel *p* ist entgegen den bisherigen Anordnungen zwischen Kegelspitzen *o o* gehalten und trägt den Bohrspindelschlitten *q*, dessen 50 mm starke Spindel *r* bei 230 mm Schaltung einen grössten Arbeitskreis von 762 mm Halbmesser bei 460 mm Radialverschiebung beherrscht, während der vorgenannte Winkeltisch *b* 600 zu 356 lang und breit bezw. mit 350 mm Höhenverstellung eingerichtet ist. Die mittels Schraubenräder *s* bethätigte Bohrspindel *r* wird durch einen Gewichtshebel *t* entlastet, wobei die Schaltung durch ein Zahnstangengetriebe *u* durch doppelte Schneckentriebwerke *vw* von Stufenscheiben *x* nach gewöhnlicher Art von der Flügelwelle *m* abgeleitet ist. Zur Abstellung des Selbstganges ist endlich ein Ausrückhebel *y*, sowie zur Handeinstellung des Bohrers der Stellhebel *z* vorgesehen. Das Gewicht der ganzen Maschine beträgt 1,25 t.



Richards' Flügelbohrmaschine.

Dreses-Mueller's Flügelbohrmaschine.

Dreses, Mueller und Co. in Cincinnati, Ohio, bauen Flügelbohrmaschinen, die nach *American Machinist*, 1898 Bd. 21 Nr. 3 * S. 52, die in Fig. 9 bis 11 dargestellten bemerkenswerten Einrichtungen besitzen. Um die Standsäule *a* dreht sich, auf Kegelrollen *b* gelagert, die Rohrsäule *c*, auf welcher der Flügelschlitten *d* an einer Prismabahn *f* gleitet, während durch einen Längsschlitz *g* der Rohrsäule *c* der Antrieb durchgeführt ist. Eine vierläufige Stufenscheibe treibt die Bodenwelle *h*, welche die mittelachsig gestellte Standwelle *i* treibt. Im Flügelschlitten *d* lagert die Winkelwelle *k*, auf der die Schwesterräder *lm* mittels Längskeil verschiebbar sind, so zwar, dass entweder bloss *m* in *n* einsetzt, oder das Schwesterpaar *lm* gleichzeitig mit *n* und *o* im Eingriff sich befinden. Nun ist zwischen den Rädern *n* und *o* eine Reibungskuppelung *p* eingeschaltet, welche vermöge eines achsialen

Stabes durch den Gleitmuff q und durch den Handhebel rs entweder frei in die Mittelstellung oder in eines der beiden Räder n oder o eingerückt werden kann. Steht das Rad l ausser Eingriff, so kann das auf den Exzenterzapfen lose laufende Schwesterpaar tu, und zwar t mit l und n mit o eingerückt werden, wodurch eine Uebersetzung bei gleichzeitiger Umkehrung des Drehsinns der Flügelwelle v erhalten wird. In diesem Fall ergibt der Rädereingriff mn Rechtsgang der Flügelwelle v in langsamer Gangart, und lt mit uv Linksgang mit schneller Gangweise je nach Einstellung der Zwischenkuppelung p. Hiernach kann im ersten Fall Gewinde geschnitten und nach erfolgter Umkehrung der Schneidbohrer ausgehoben werden. Stehen aber bei ausgerücktem Rädervorgelege tu die Schwesterräder lm im gleichzeitigen Eingriff, so wird die Zwischenkuppelung zwar gleiche Gangart des Bohrwerkzeuges, aber stark abweichende Geschwindigkeit bezw. Umlaufszahl ergeben. Ergänzend ist noch auf das Rollenlager b zu verweisen. Sind alle Kegelrollen von gleicher Grösse (Fig. 11) und berühren sich diese, so findet eine gleitende Reibung der belasteten Rollen unter sich statt. Wenn aber jede zweite, d. i. jede Zwischenrolle z, etwas kleiner ist, so bleibt diese unbelastet und wirkt als Leitrolle zwischen den beiden belasteten Rollen b, wodurch die gleitende Zwischenreibung in eine rollende verwandelt wird.

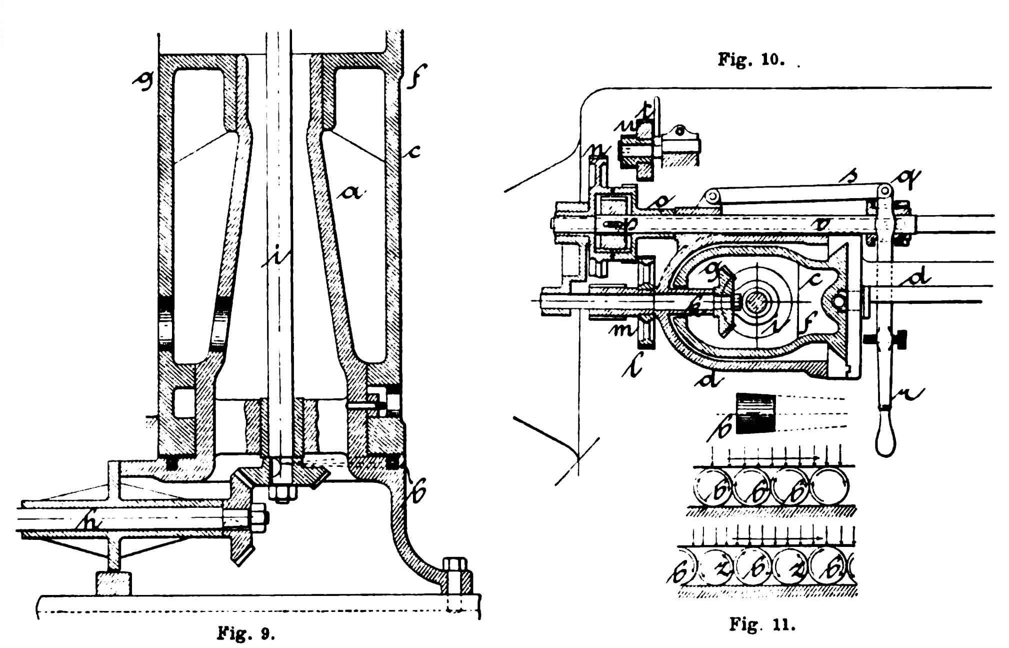


Fig. 9. Fig. 10. Fig. 11.

Dreses-Mueller's Flügelbohrmaschine.

(Fortsetzung folgt.)

Unterseeische Boote.

Wie Ingenieur *Hachebet* im *Le genie civil* vom 4. November v. J. berichtet, hat sich die öffentliche Aufmerksamkeit in Frankreich seit den glänzenden Erfolgen, welche zu Beginn des letzten Jahres gelegentlich der Manöver der französischen Mittelmeerflotte mit dem Unterseeboote *Gustav Zédé* erzielt worden sind, wieder mehr denn je dieser Gattung von Schiffen zugewendet. Vor Toulon, wo sich das vorgenannte Unterseeboot dem Geschwader angeschlossen hatte, etwa 500 m hinter den Salinen bei Hyères, tauchte dasselbe zum erstenmal unter, um nach einigen Minuten 200 m weiter wieder an die Oberfläche des Meeres emporzukommen und sofort neuerlich in die Tiefe zu verschwinden. Bei diesen in allen Variationen fortgeführten Uebungen wurden auch mehrere Torpedo aus den Lanzierungsrohren abgeschossen, von denen einer programmmässig das Panzerschiff *Magenta* erreichte. Später legte das Boot in derselben Weise den ganzen Weg von Toulon nach Marseilles zurück und bewies hierdurch unanfechtbar seine thatsächliche Seetüchtigkeit und tadellose Manövrierfähigkeit. Auf Grund dieses Versuchsergebnisses mit dem Boote *Gustav Zédé*, wurde seitens der Regierung die Erbauung weiterer unterseeischer Fahrzeuge desselben Systems verfügt und unverzüglich ihrer mehrere davon auf den Werften in Arbeit gegeben. Infolgedessen wird also die Ueberlegenheit, welche in der französischen Marine hinsichtlich des Standes von Unterseebooten gegenüber den anderen Seemächten bereits vorherrschte, neuerdings eine bedeutende Steigerung erfahren. In der That sind in Frankreich bereits seit längerem zwei unterseeische Boote in regelmässigen Dienst gestellt, nämlich seit dem Jahre 1888 der *Gymnote*, welcher 18 m Länge, eine Maschine von 60 PS und 30 Tonnen Schiffsraum besitzt, sowie der schon früher genannte, 1895 vom Stapel gelassene *Gustav Zédé* von 40 m Länge, 720 PS und 266 Tonnen Schiffsraum. Ein drittes, nach derselben Bauweise ausgeführtes Unterseeboot Namens *Morse* ist vorverflossenen Jahres in Cherbourg von Stapel gelaufen und soeben in Vollendung begriffen. Dasselbe hat 50 m Länge und umfasst 146 Tonnen. Ein viertes Unterseeboot, das jedoch nach anderem Prinzipe ausgeführt ist, befindet sich gleichfalls in der Cherbourger Werfte, um daselbst der Vollendung zugeführt zu werden. Es ist dies der nach dem Entwurfe des Marineingenieurs *Laubeuf* ausgeführte, am 20. Oktober 1899 von Stapel gelaufene *Narval*, der 34 m Länge und 100 Tonnen Schiffsraum aufweist und eine Maschine von 200 PS erhalten wird. Man gewärtigt, dass dieses Boot eine Geschwindigkeit von 12 Knoten leisten werde. Weitere unterseeische Fahrzeuge derselben Bauart sind auch den Werften zu Brest, Lorient und Rochefort zur Herstellung überwiesen. Schliesslich haben vor kurzem in Toulon die Versuche mit einem ganz neuartigen, fast kugelförmigen Unterseeboote begonnen, das 3 m hoch, ebenso breit und 4 m lang ist.

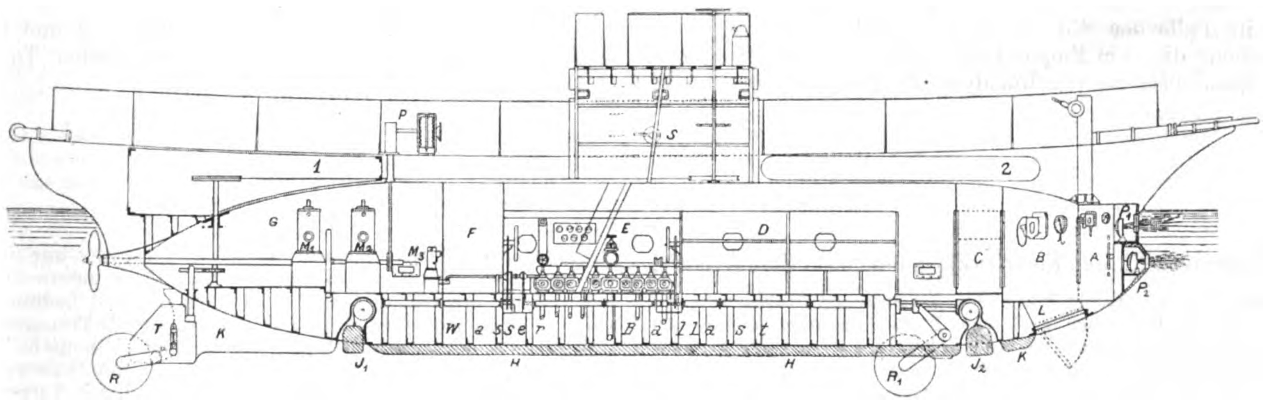
England scheint dagegen in stolzer Zuversicht auf seine mächtige Flotte und deren überlegene Zahl von grossen Kreuzern und Panzerschiffen auf Unterseeboote gar keinen ernstlichen Wert zu legen, und seitens der deutschen Kriegsmarine, wo diese Frage allerdings sorglich geprüft wird, scheinen die Ergebnisse der Vorversuche noch zu keinem befriedigenden Abschluss gediehen zu sein. Wenigstens wird über die etwaige Indienststellung von Fahrzeugen der in Rede stehenden Gattung nichts verlautbart.

Dafür hat Italien seiner Kriegsflotte das vor 4 Jahren in Spezzia von Stapel gelassene Unterseeboot *Delfino* einverleibt, das eine Länge von 15 m und eine Schnelligkeit von 10 Knoten besitzt; desgleichen liess Portugal bereits 1892 ein Unterseeboot *Plongeur* erbauen, das sich mit 6 Knoten Geschwindigkeit bewegt und 21 m lang ist. Diese beiden Schiffe sind eigentlich nur zu Versuchszwecken bestimmt gewesen und es darf wohl angenommen werden, dass sich ihre Anordnung und Leistungsfähigkeit keineswegs vollkommen bewährt hat, da weitere Anschaffungen nicht mehr gemacht wurden.

Was endlich die Kriegsmarine der Vereinigten Staaten

von Nordamerika anbelangt, so hat dieselbe bekanntlich vor 6 Jahren einen besonderen Wettbewerb für die Konstruktion unterseeischer Boote ausgeschrieben und als diesfälliges Ergebnis sind von der Prüfungskommission die Pläne eines Ingenieurs *Holland* angenommen worden. Nach diesem System wurde denn auch auf der Werft von Baltimore das Unterseeboot *Plunger* ausgeführt, ein Fahrzeug von 168 Tonnen, 25 m Länge, 1200 PSi und einer Geschwindigkeit von 8 Knoten. Dasselbe ist derzeit, obwohl es schon vorverflossenen Jahres von Stapel gelassen wurde, noch nicht vollendet, und es darf daher nicht Wunder nehmen, dass über die Einzelheiten der Einrichtung vorläufig nichts Näheres[1]) bekannt gegeben wird. Bessere, praktischere Erfolge hatte inzwischen *Simon Lake*, ein Mitbewerber *Holland*'s mit seinem System errungen, denn obwohl demselben seitens der amerikanischen Prüfungskommission das *Holland*'sche vorgezogen worden war, ist durch ein Musterboot nach *Lake*'schen Plänen — der *Argonaut Nr. 1* — in wenigen Jahren im Wege der Privatindustrie fertiggestellt worden. Dasselbe soll überdem seine Probefahrten glänzend bestanden haben; es ist 11 m lang, 2,70 m breit und besitzt, vollständig untergetaucht, einen Schiffsraum von 57 Tonnen. Der Querschnitt der aus ungefähr 10 mm starkem Stahlblech hergestellten, in Abständen von 0,5 m durch Längs- und Querrippen versteiften Bootes ist nahezu kreisrund. Ein Petroleummotor von 30 PS bewegt die Schraube, hat aber auch eine Dynamomaschine anzutreiben, welche den Strom für die elektrische Beleuchtung liefert; ausserdem dient derselbe Petroleummotor zum wasser erfährt. Diese Entlastung, gleichbedeutend mit dem Auftriebe des Fahrzeuges, lässt sich natürlich beliebig regulieren und gestattet es, dass das Boot selbst in seichter See mit freiem Einsteigschachte oder fast zur Hälfte aus dem Wasser ragend auf dem Meeresboden zu fahren im stande ist. Wie die Bedienungsmannschaft versichert, soll der Aufenthalt im Boote während des Tauchens in keiner Weise unangenehm sein; es sind denn auch wiederholt unterseeische Versuchsfahrten von zehnstündiger Dauer ausgeführt worden ohne die Besatzung irgendwie zu belästigen oder auch nur zu ermüden.

Genau nach denselben Konstruktionsprinzipien, nur in grösseren Dimensionen und mit einigen Verbesserungen ausgestattet, ist später das Unterseeboot *Argonaut Nr. 2* erbaut worden, dessen Querschnitt Fig. 1 ersichtlich macht. Die Länge desselben beträgt 20 m, die Breite 3 m und das Deplacement 100 Tonnen. Der Hauptkörper des Fahrzeuges bildet ein vorne und rückwärts zuckerhutförmig abschliessender Cylinder, der so überbaut ist, dass das Boot, wenn es auf der Oberfläche des Meeres schwimmt, so ziemlich die sonst bei den Seeschiffen übliche Form des Bordes zeigt. Dieser Aufbau wird auf der vorderen Schiffshälfte zur Unterbringung der Behälter *2* für die Pressluft und auf der rückwärtigen zur Unterbringung der Kessel *1* für die Petroleumvorräte ausgenutzt. Der in der Mitte befindliche, wie ein kleiner kreisrunder Turm angeordnete Einsteigschacht, welcher mit dem Innenraume des Bootes durch zwei Böden und Treppen mit luft- und wasserdichten Klappthüren in Verbindung steht, ist nach Art einer gewöhnlichen



Längsschnitt des Lake'schen Unterseebootes Argonaut Nr. 2.

Betriebe der Luftpressen. Als Behälter für die Pressluft sind starkwändige Stahlblechcylinder in Verwendung. Alle Bootsräume stehen untereinander durch Mikrophontelephone in Verbindung, so dass überall vernehmlich ist, was gegen eines der Mikrophone gesprochen oder gerufen wird. Die Besatzung besteht nur aus fünf Mann. Der *Argonaut Nr. 1* hat sich durch seine kühnen Fahrten in der Chesapeakebai und nächst New York für alle Zeiten eine gewisse Berühmtheit gesichert. Das Boot kann sich nämlich ebenso leicht auf der Oberfläche des Meeres als unter dem Wasser bewegen, es kann sich aber auch auf dem Meeresgrunde dahinrollen, zu welchem Ende es eigens mit vier Fahrrädern versehen ist, oder es kann endlich ebensowohl in einer beliebigen Tiefe unter dem Wasserspiegel unbeweglich stehen bleiben. Eigentümlicherweise zeigt es sich, dass das Boot in der untergetauchten Lage grössere Geschwindigkeiten zu erzielen vermag, als beim Schwimmen auf der Meeresoberfläche, was wohl nur durch den Umstand erklärt werden kann, dass in nennenswerteren Tiefen infolge der zunehmenden Dichte des Wassers die Schraube besser zur Wirksamkeit gelangt. Während der Fortbewegungen auf dem Meeresgrunde ist hinsichtlich der für die Fahrt auf ebenem Boden oder zum Erklimmen von Steigungen erforderlichen Kraft nur ein geringfügiger Unterschied zu merken, dank dem geringen Gewichte bezw. der Entlastung, welche das Boot durch das verdrängte Meer-

Kommandobrücke kioskartig überbaut und mit Steuerrad, Kompas und Telephon ausgerüstet. Hier kann nämlich der Steuermann und Kommandant des Bootes sich aufhalten und seines Dienstes walten, wenn auf der Meeresoberfläche gefahren wird. Zwei im Maschinenraum *G* aufgestellte, nach dem System *White und Middleton* konstruierte Petroleummotore von 60 PS treiben bei der Fahrt im freien Wasser die Schiffsschraube, zur Fortbewegung auf dem Meeresgrunde aber die beiden Vorderräder R_1 an. Am Hinterteil des Fahrzeuges befindet sich — und das ist einer der wesentlichsten Unterschiede gegenüber des Musterbootes *Argonaut Nr. 1* — nur *ein* Fahrrad, welches unmittelbar am Steuerblatte *T* sitzt, und mit diesem zusammen sowohl beim Schwimmen als beim Fahren als Steuer dient. Zum Betriebe einer 3000 Watt leistenden Dynamomaschine ist ein dritter Petroleummotor M_3 von 4 PS vorhanden, der übrigens, bevor das Fahrzeug unter See geht, auch zum Betriebe der Luftpressen verwendet wird. Die aus gewalztem Stahl hergestellten Pressluftbehälter sind für einen Druck von 280 kg geprüft und gewähren einer Luftmenge Raum, die genügt, um einen 24stündigen ununterbrochenen Aufenthalt unter dem Meeresspiegel zu ermöglichen. Auch die Vorratskessel für das Petroleum (Gasolin) sind reichlich bemessen, denn ihre einmalige Füllung würde für eine Fahrt von 1500 Meilen (2400 km) vorhalten. Der elektrische Strom, welcher die obenerwähnte Dynamomaschine erzeugt, wird zur Speisung einer Anzahl in den verschiedenen Innenräumen des Bootes verteilten Glühlampen gebraucht, zu seinem wesentlichsten Teile jedoch für vier Bogenlampen P_1 P_2.. verwendet, die vorne am Buge des Fahrzeuges in dem Raume *A* ihren Platz haben und mit Hilfe

[1]) Einzelne Tagesblätter berichteten kürzlich allerdings bereits von glänzenden Versuchsergebnissen des *Holland*'schen Unterseebootes; fachtechnische Mitteilungen darüber liegen unseres Wissens noch *keine* vor. Anm. d. Red.

vorzüglicher Scheinwerfer ihr Licht durch linsenförmige Fenster ins Meer entsenden. Diese Fenster sind in der Bugwand derart eingesetzt, dass drei davon nebeneinander in einer wagerechten Linie liegen, eines, P_2, in der Achse des Buges, die anderen rechts und links gleich weit abstehend, während das vierte, P_1, über P_2, etwa 1 m höher angebracht ist. Hier im Raume *A* hält sich auch während der unterseeischen Fahrten der Kapitän auf, der durch Guckfenster die beleuchteten Partien des Wassers oder Meeresbodens beobachten kann. In den Räumen *B* und *C* befinden sich die Vorrichtungen, mit welchen die Vermehrung des Wasserballastes durch Herabminderung des Luftdruckes in den Kielkammern oder die Austreibung desselben durch Vermehrung des Luftdruckes behufs Regulierung des Auftriebes für das Tauchen bezw. Aufsteigen des Fahrzeuges bewerkstelligt wird. Als Kajüte für die aus acht Mann bestehende Besatzung dient der seinem Zwecke angemessen ausgestattete Raum *D*, in welchem auch die Trinkwasser- und Proviantkisten untergebracht sind. Unmittelbar daneben befindet sich der Dienstraum *E* mit den Pumpen, den Luftpressen, den verschiedenen Kontrollinstrumenten, dem Schaltbrette der Lichtanlage, einem Tiefseemesser u. s. w. Nebenan liegt die Küche *F* und zuletzt am Schiffsende der bereits genannte Maschinenraum *G*. Von der Kajüte angefangen bis zum Steuer ist der ganze Kielraum unter dem Fussboden der Räumlichkeiten *D*, *E*, *F* und *G* für Querkammern zur Aufnahme des Wasserballastes ausgenutzt. Das 300 Tonnen schwere Stück *HH* des Aussenkieles ist aus Sicherheitsgründen ganz eigenartig, nämlich lostrennbar, an dem Schiffskörper angebracht, d. h. dasselbe kann im Falle der Not, wenn etwa infolge eines Apparatgebrechens die zum Emporsteigen nötige Verminderung des Schiffsgewichtes in regelrechtem Wege beschränkt oder behindert würde, zur Entlastung des Bootes von demselben losgetrennt und abgeworfen werden. Demselben Zwecke könnten in äusserst dringenden Fällen auch noch die zwei Klumpenanker J_1 und J_2 von je 1 Tonne Gewicht geopfert werden, deren Aufgabe jedoch unter regelrechten Verhältnissen darin besteht, das Niedertauchen des Bootes an einer bestimmten Stelle oder auch das Stillstehen des Bootes in einer bestimmten Tiefe zu ermöglichen. Zu diesem Behufe werden die Anker, sobald das Fahrzeug die betreffende Meeresstelle erreicht hat, auf den Grund gelassen und sodann wird der Auftrieb des Bootes durch die Ballastregulierung so weit verringert, bis er kleiner wird als das Gewicht der Anker. Nunmehr unterliegt es keiner Schwierigkeit, das Boot an den Ankerketten so tief niederzuwinden oder so lange in einer erreichten Tiefe festzuhalten, als es erforderlich erscheint. Um auf dem Meeresgrund zu fahren, werden die Anker nicht ausgeworfen und natürlich der Auftrieb des Fahrzeuges *negativ* gemacht. Letzterer lässt sich hierbei ganz nach Bedarf und nach Massgabe der am Meeresgrunde verhandenen Strömungen ebensowohl auf wenige Kilogramm als auf mehrere Tonnen einregulieren. Bei diesem Fahren oder Rollen auf dem Meeresgrunde kann erfahrungsmässig eine Geschwindigkeit von 6 Knoten erreicht werden, während die sonstige äusserste Fahrgeschwindigkeit beim Schwimmen 8 Knoten beträgt. Es erübrigt schliesslich nur noch zu bemerken, dass der *Argonaut Nr. 2*, obwohl er ausschliesslich für industrielle Zwecke erbaut worden ist, nämlich zum Aufsuchen gesunkener Schiffe, von Korallen, Schwämmen, Perlen u. s. w., ohne Schwierigkeiten auch für Kriegszwecke verwendbar wäre, und dass es namentlich gut und leicht anginge, ihn für das Abschiessen unterseeischer Torpedo einzurichten.

Kleinere Mitteilungen.

Maschinentechnik und Konstruktionslehre zur Zeit Wiebe's.

Der bei der Wiebe-Feier der Technischen Hochschule zu Berlin am 1. Dezember v. J. von Prof. *Kammerer* gehaltenen Festrede entnehmen wir das Nachstehende:

Zurückschauend auf den Anfang unseres Jahrhunderts, finden wir ein düsteres Bild äussersten Tiefstandes der deutschen Gewerbe, eines Tiefstandes, der um so drückender war, als damals England und Frankreich bereits eingetreten waren in die Entwickelung kraftbringender Industrie. Langsam spriesst in dieser harten Zeit die deutsche Technik auf und wächst erst gegen die Mitte des Jahrhunderts zu bedeutender Höhe. Die Einzelheiten dieses mühevollen Anstiegs schildert uns kein Buch. Nur hier und dort leuchtet in der Litteratur ein Streiflicht auf, nur selten begegnet uns eine dürftige statistische Zahl, die in groben Umrissen die Entwickelung deutscher Maschinentechnik in der ersten Hälfte dieses Jahrhunderts erkennen lassen.

Diese Entfaltung deutschen Maschinenbaues ist gekennzeichnet durch das Zusammenfliessen zweier Ströme mit weit auseinander liegenden Ursprüngen. Den einen dieser Ströme bildete die längst heimische Mühlentechnik und die Betriebseinrichtungen des Bergbaues. Als Betriebskräfte standen zur Verfügung die Wasserkraft und die Windkraft. Erstere beschränkte die Anlage von Triebwerken auf Bergland und Flussgebiet, letztere auf die freiliegende Ebene: es konnten daher nur zerstreute Triebwerksanlagen begrenzten Umfanges entstehen. Die Vereinigung umfangreichen Kraftbetriebes war unmöglich. Die Kraftübertragung war auf die kümmerlichen Mittel der Feldgestänge und hölzernen Wasserleitungen angewiesen.

Um so mehr muss uns die Kühnheit damaliger Techniker mit Staunen erfüllen, die mit so dürftigen Hilfsmitteln zu schaffen verstanden; wurden doch im Jahre 1817 in Berchtesgaden und Reichenhall Wassersäulenmaschinen und Rohrleitungen angelegt, welche die Salzsole über einen Gebirgssattel von 1500 Fuss Höhe drückten und auf eine Entfernung von 12 deutschen Meilen fortleiteten. Ein hölzernes Feldgestänge in der Wetterau betrieb 1780 von einem 50 Fuss hohen Wasserrad aus eine Pumpe, welche in 6800 Fuss Entfernung von diesem Rad aufgestellt war.

Die Maschinenteile dieser Betriebe waren mit eigenartiger Geschicklichkeit dem verfügbaren Material und den damals bekannten Werkzeugen angepasst. Wellen wurden aus Holz mit eingesetzten schmiedeeisernen Zapfen hergestellt und in hochgezimmerten Lagerböcken und Lagerschalen aus Granit oder Basalt gelagert; die aufgekeilten Zahnräder und Riemenscheiben waren völlig aus Holz gebaut. Maschinengusseisen war damals ein kostbares, schwer erhältliches Material, das in unserem Lande nur selten Verwendung fand. Kraftverteilung auf mehrere Maschinen von einem einzigen Wasserrad aus mittels Transmissionssträngen war mit diesen Mitteln unausführbar; als typische Triebwerksanordnung fand sich daher eine Reihe von Wasserrädern hintereinander in einem Gerinne liegend und mit kurzen hölzernen Wellen unmittelbar die Mahlgänge, Pochwerke, Sägen betreibend. Der Bau solcher Maschinen war damals kein Sondergewerbe, jeder Müller und Kunstmeister fügte selbst seine Triebwerke zusammen unter Anleitung eines Mühlenbaumeisters.

So ausgeprägt war die Eigenart dieser Maschinenwerke, dass in abgeschlossenen Gegenden noch heute fast unverändert solche Anlagen ausgeführt werden, so die Windmühlen der Tiefebene, so die Hammerwerke und Schneidsägen des Berglandes.

In dieses Festgefügte, Scharfgeprägte brach nun unvermittelt ein fremder Strom ein: Von jenseits des Kanals kam eine neue Betriebskraft — die Dampfenergie —, an keinen bestimmten Ort gebunden und an keine Grenze der Leistung. Aus den Giessereien und Maschinenfabriken Englands kam ein neues Material — Gusseisen — und ein Bearbeitungsmittel — die Werkzeugmaschinen. War vordem Gusseisen fast unbekannt, so führte die freie Formbarkeit dieses neuen Materials jetzt zu allzuweitgreifender Verwendung: wurden doch die Schienen der Bergwerksbahnen, die Wellen, Schubstangen und Bogenbrücken gegossen — Stücke, die seit Einführung des Walzenzuges und des Dampfhammers nur in geschmiedetem Material ausgeführt wurden.

Erschienen die massigen Holzkonstruktionen heimischen Mühlenbaues als ungefüges Cyklopenspielzeug, so erinnerten die aus der Fremde gekommenen Cornwall-Maschinen mit dem gemessenen Gleichgang ihrer gusseisernen Balanciers an den wuchtenden Schritt nordischer Riesen.

Diese beiden aus fernliegenden Gegenden zusammenfliessenden Ströme — die alte deutsche Mühlentechnik und der neue englische Maschinenbau — suchten nun eine unvermittelte Vereinigung und aus diesem Ineinanderfluten entsprang ein Lebendiges, Neues: die selbständige deutsche Maschinentechnik. Wäre englischer Maschinenbau in Deutschland nur nachgeahmt worden, hätte er nicht Verständnis für mechanische Probleme fertig vorgefunden, dann wäre wohl nimmermehr die deutsche Ingenieurkunst zu so schneller und selbständiger Blüte gereift.

In diese Zeit des Werdens fällt die Jugend des Mannes, dessen Gedächtnis dieser Stunde geweiht ist. In das Jahr seiner Geburt — 1818 — trifft ein Ereignis, an sich geringfügig und doch



der Keim zu zukunftsreicher Entwickelung: die Aufstellung der ersten grösseren, ganz aus Eisen gebauten Dampfmaschine in Berlin. Nach den sorgfältigen Aufzeichnungen des Prof. *Stein* vom Berlinischen Gymnasium zum grauen Kloster gab es zu dieser Zeit in Berlin 8 Wassermühlen, 46 Windmühlen und 6 Rossmühlen. So wird — um nur ein Bild herauszugreifen — die Spinnerei des Herrn *Tappert* in Berlin durch ein Rosswerk betrieben, in welchem 10 Pferde arbeiten, die alle 2 Stunden gewechselt werden, so dass 20 Pferde unterhalten werden müssen. Die königl. Porzellanmanufaktur war bis 1799 durch ein Rosswerk mit 10 Pferden betrieben worden und erhielt nun eine kleine Dampfmaschine mit hölzernem Balancier. Die Weberei von *Cockerill* in der Neuen Friedrichstrasse war 1813 auf Veranlassung des Staatsministers *v. Stein* entstanden und stellte 1818 eine englische Dampfmaschine von 30 PS auf. Von dieser Maschine schreibt der Fabrikenkommissionsrat *Weber*: „Die Maschine ist von der neuesten und vollkommensten Konstruktion, die man in England kennt, und ihr Gebrauch nicht mit der entferntesten Gefahr verbunden. Sie ist die grösste und vollendetste in ihrer Art im preussischen Staate.“ So bescheiden uns dieser erste Anfang erscheint gegenüber den 3000 PS-Riesen der heutigen Berliner Elektrizitätswerke, so bedeutend erscheint die Anlage für die damalige Zeit. Berichtet doch Prof. *Langsdorf* aus Heidelberg, dass eine Maschine dieser Grösse von *Boulton* und *Watt* in Sobo für 30000 Franken geliefert wird, während sie heute infolge Erhöhung von Dampfspannung und Geschwindigkeit etwa den zehnten Teil dieser Kosten erfordert.

In die ersten Lebensjahre *Wiebe*'s fallen die ersten Anfänge des Berliner Maschinenbaues: die Gründung der Maschinenfabriken von *Freund* und *Egells*. Zur Zeit, als *Wiebe* in der Danziger Mühle thätig ist, wird die erste Schiffsmaschine von *Egells* gebaut; in der gleichen Zeit beginnt das Aufleuchten eines der glänzendsten Gestirne deutscher Industrie: *Borsig* gründet 1837 sein Werk. Als *Wiebe* Schüler des Gewerbeinstitutes ist — 1841 —, baut *Borsig* seine erste Lokomotive. In dieser Zeit — 1843 und 1844 — werden die Maschinenfabriken von *Wöhlert* und *Hoppe* eingerichtet, der Bau von Dampfhämmern und Bergwerksmaschinen beginnt. Als im Jahre 1840 die erste Eisenbahn Preussens — die Berlin-Potsdamer Bahn — und ein Jahr darauf die Berlin-Anhalter Bahn eröffnet wird, da setzt sich der Bestand an Lokomotiven der letzteren aus 21 Maschinen zusammen, von denen die Mehrzahl zwar noch aus England stammt, 6 Maschinen aber bereits in Berlin gebaut sind. Besonders schwierig gestaltet sich die Einführung deutscher Lokomotiven auf der Stettiner Bahn zu Anfang der 40er Jahre. Der englische Maschinenmeister *Rolson* dieser Bahn thut sein Möglichstes, um deutsche Maschinen fernzuhalten; eine Wettfahrt aber kann er nicht hindern. Anfangs laufen beide Maschinen gleichmässig. Bei einer Steigung versagt die englische Lokomotive, die Maschine von *Borsig*, geführt vom Monteur *Anschütz*, eilt weit voraus. Das Vorurteil ist gebrochen, der heimische Maschinenbau tritt in sein Recht.

Kaum wird heute die Vorstellung sich der Schwierigkeiten des ersten Anstiegs recht bewusst. Kein hilfreiches Vermögen steht zur Seite, das Absatzgebiet muss erst geschaffen werden. Kostbare Werkzeugmaschinen können nicht beschafft werden, mit den einfachsten selbstgefertigten Vorrichtungen muss gearbeitet werden. Das Bett einer grossen Hobelmaschine von *Hoppe* muss von Hand bearbeitet werden in Ermangelung einer ausreichend grossen Werkzeugmaschine, grosse Cylinder müssen ausgebohrt werden durch zwei an dem Göpel der Bohrstange ziehende Pferde. Transmissionswellen werden vierkantig geschmiedet, und nur die Lagerstellen mit dem Handstahl eingedreht, denn Wellendrehbänke sind nicht vorhanden. Die Naben der grossen Schwungräder können mangels genügend grosser Planscheiben nicht gebohrt werden, sondern müssen vierkantig gegossen, mit Meissel und Feile bearbeitet und mit acht Keilen auf der vierkantigen Achse ausgerichtet werden. Kolbenstangen werden aus Drahtbündeln geschweisst, weil zähe grosse Stahlstücke nicht beschafft werden können. Grosse Gussstücke misslingen weil das wiederholte Ueberheben der Giesspfanne von einem der langsam arbeitenden Handkräne zum andern das Eisen erkalten lässt. Genaue Massstäbe sind nur an zwei Stellen in Berlin zu haben: bei dem Modelltischler *Ossyra* der königl. Eisengiesserei und in der Werkstätte des königl. Gewerbeinstituts in der Klosterstrasse.

Und trotz all dieser Hindernisse erreicht jetzt von der Mitte des Jahrhunderts an im Sturmflug weniger Jahre die Maschinentechnik Berlins die führende Stellung in Deutschland, dank der ungebrochenen Energie eines *Borsig*, eines *Hoppe* und *Schwartzkopff*. Noch nennt kein Geschichtswerk die Namen dieser und vieler anderer Pioniere deutscher Ingenieurkunst, noch bewahrt kein South-Kensington-Museum ihre ersten Maschinen, und doch ist durch ihre Mitarbeit aus einem armen Land ein vollkräftig schaffendes, wirtschaftlich blühendes erstanden.

In dieser Zeit plötzlichen Umschwunges und ungestümen Dranges in der deutschen Technik tritt der Mühlenbaumeister *Wiebe* heraus aus seiner praktischen Thätigkeit und beginnt sein Lehramt im Jahre 1845. Schwer genug mag es ihm geworden sein, den rechten Weg zu finden in einer Zeit, als an Stelle des Handwerks die Industrie trat, als die Handbearbeitung ersetzt wurde durch die Maschinenbearbeitung, als die kleinen Dampfmaschinen von 10 bis 20 PS ersetzt wurden durch zehnfach stärkere. Aufgabe des Lehrers war es ja gerade, das Entwickelungsfähige herauszugreifen aus dem raschen Wechsel der Erscheinungsformen damaliger Maschinen, das durch Erfahrung Gewonnene wissenschaftlich zu durchleuchten und das Maschinenbauhandwerk zur Maschinenbaukunst zu gestalten.

Was *Wiebe* nun in nahezu vierzigjähriger Lehrthätigkeit durch Vortrag und Unterweisung im Auditorium und im Zeichensaal gewirkt hat, das vermögen nur seine Schüler voll zu schätzen. Wer sein Wort nicht mehr hören konnte, der vermag gleichwohl tief hinein zu schauen in das Denken und Schaffen *Wiebe*'s, wenn er die Schriften studiert, die uns von ihm hinterlassen sind. Vielseitig sind die von ihm bearbeiteten Gebiete: Dampfmaschinenbau und Turbinenkonstruktion, Mühlentechnik und Werkzeugmaschinenbau. Von all diesen Werken mag nur eines herausgehoben werden: „Die Lehre von den einfachen Maschinenteilen“, von denen der erste Band bereits 1854 erschien. Für den flüchtigen Blick mag ein Werk über die von vielen Autoren bearbeiteten Maschinenelemente von minderem Interesse scheinen als ein Buch über ein anziehendes Sondergebiet. Und doch bietet gerade ein Vergleich zwischen den Werken der verschiedenen Verfasser, welche dieses Arbeitsfeld beschritten haben, einen intimen Reiz; ein solcher Vergleich zeigt, wie so ganz anders derselbe Stoff in der Denkweise des einen sich gestaltet als in der Anschauung des anderen. Und gerade die führenden Geister haben mit Recht die Elemente des Maschinenbetriebs bearbeitet, denn ihre Beherrschung bedingt die Lebensfähigkeit der Maschine.

Die Werke über Maschinenelemente, welche vor dem Jahre 1850 erschienen sind, geben im wesentlichen Beschreibungen der Maschinenteile, wie sie in Mühlen und Stampfwerken, bei Wasserkraft- und Windkraftbetrieben vorkommen. Meist werden die Abmessungen als unveränderliche Erfahrungsgrössen mitgeteilt, von Festigkeitsrechnungen sind nur die allerersten Anfänge vorhanden, gestützt nicht auf zulässige Beanspruchungen, sondern auf Bruchkoeffizienten. Technologische Rezepte und Anleitungen für Aufreissen und Bearbeiten nehmen einen breiten Raum ein. Die Darstellung gibt einen sprechenden Beweis dafür, dass die Technik damaliger Zeit fast ausschliesslich auf mühsam gesammelter systemloser Erfahrung, auf Empirie beruhte.

Den unmittelbaren Gegensatz hierzu bilden die Werke über Maschinenelemente aus späterer Zeit, etwa aus den Jahren 1860 bis 1870. Hier scheint die Empirie verschwunden zu sein. Die Probleme der reinen Mechanik füllen die ersten Abschnitte dieser Bücher, dann folgt die Behandlung der Theorien über Biegungs- und Drehungsfestigkeit in breiter Erörterung, während der Festigkeitsversuche — die natürliche Grundlage der Festigkeitslehre — kaum erwähnt wird. Auf die deduktiven Auseinandersetzungen wird nun die Bestimmung der Festigkeitsabmessungen der Maschinenteile aufgebaut in scheinbar zwingender Schlussfolgerung und zwar unter Zugrundelegung der sogen. Elastizitätsgrenze als zulässige Beanspruchung. Der Widerspruch zwischen den so berechneten Abmessungen mit der wirklichen Ausführung wird dadurch behoben, dass sogen. Korrektionskoeffizienten durch eine Nebenthüre leise hereingeführt werden. Diejenigen Abmessungen endlich, welche nicht durch Festigkeit, sondern durch Herstellung, Zusammenbau, Betrieb, kurz durch die vielseitige Wirklichkeit bedingt sind, werden durch sogen. Verhältniszahlen ermittelt. Durch dieses Vorgehen wird schliesslich die Konstruktionskunst in ein starres Formelskelett gepresst, das den Schüler nur allzu leicht zu gedankenloser Nachahmung verführt.

Wie so ganz anders sieht der Weg aus, den uns *Wiebe* führt; freilich ist es keine bequeme Strasse, sondern ein beschwerlicher Bergpfad, der den Wanderer zwingt, sorgfältig auf die vielfachen Hindernisse zu achten. Eine einfache Darlegung der Anforderungen, welche ein Maschinenteil zu erfüllen hat, leitet dessen Behandlung ein. Dann folgen massstäbliche gute Zeichnungen der Ausführungen hervorragender deutscher, englischer und französischer Maschinenfabriken. Und nun erst setzt die Berechnung der Hauptabmessungen nach den verschiedenen massgebenden Gesichtspunkten ein. Bei den Schrauben wird auf den Einfluss des Anzugs unter Belastung und der Verdrehungsbeanspruchung hingewiesen, bei den Zapfen wird die Zapfenlänge auf Grund der Reibungsarbeit bemessen, während Verfasser späterer Zeit für Schrauben eine einzige starre Formel und für Zapfen unveränderliche Länge angeben im Widerspruch mit der thatsächlich notwendigen Ausführung. Bei Bestimmung der Wandstärke von Röhren werden in die Rechnung eingeführt die Rücksichtnahme auf Herstellung, auf inneren statischen Druck und auf Stosswirkung. In einem gleichzeitig mit *Wiebe*'s Buch erschienenen Werk der erwähnten späteren Richtung wird hingegen behauptet, die Wandstärke von Röhren könne nur in empirischer Formel gegeben werden. Die zulässigen Beanspruchungen entnimmt *Wiebe* bewährten Ausführungen und unterscheidet wohlbewusst zwischen ruhender und bewegter Belastung. Verhältniszahlen werden nur vereinzelt für einige Normalteile angegeben.

Dem Studierenden wird in *Wiebe*'s Schriften nicht in klingendem Pathos die Fata morgana vorgezaubert, er sei berufen, dem Maschinenbau neue Ziele zu geben, sondern in einfacher stiller Arbeit wird auf die dornenvollen Schwierigkeiten hingewiesen, die den angehenden Ingenieur in der grossen Hochschule des Lebens erwarten.

Die Darstellung in den maschinentechnischen Werken aus der ersten Hälfte des Jahrhunderts erinnert an den Bergmann, der nur mit Schlägel und Gezähe ausgerüstet auf dürftigen Tagbau beschränkt ist, der das Erz nur da aus dem Berg graben kann, wo es an die Oberfläche tritt; in die Tiefe einzudringen ist ihm verwehrt, denn ihm fehlt das vollkommene Werkzeug, die wissenschaftliche Methode.

Die späteren Autoren dagegen sind im Besitz der Methode, des scharfen Werkzeugs modernen Wissens; aber sie sind allzu geneigt, mit ihren grossen Hilfsmitteln ihrer Schächte unbekümmert um Formation und Gestein zu teufen, auch da, wo wenig Erz zu finden ist und manch taubes Gestein gefördert wird.

Sorgfältig hingegen prüft *Wiebe* das Gestein, ehe er das Werkzeug ansetzt, einfach ist sein Werkzeug und seine Methode, aber manch edles Metall löst er aus den verschlungenen Erzadern.

Schnell verwischt der flüchtige Schritt moderner Technik die Spur des vorangegangenen Pfadfinders; so sind auch die Werke *Wiebe*'s heute schon der technischen Geschichte anheimgefallen. Aber noch ein anderes als wissenschaftliche Ergebnisse spricht aus den vergilbten Schriften des Mühlenbaumeisters. Dieser durch harte Schule praktischer Arbeit gegangene Mann hätte gewiss stolz sein dürfen auf manch wertvolle Anregung, die er gegeben hat; er hätte sich wahrlich nicht zu scheuen gebraucht, seine Urheberschaft zu erwähnen. Aber nirgendwo in seinen Schriften findet sich ein Wort dieser Art. Einem fremden Werk entnimmt er nur selten einen Gedanken und vergisst niemals, die Verdienste anderer hervorzuheben. Nicht Ehrgeiz und Ruhmbedürfnis waren es augenscheinlich, die ihn zu rastloser Thätigkeit trieben, sondern Schaffensdrang und Pflichtbewusstsein. Wahrlich, eine echt deutsche Natur!

Der erste deutsche Kabeldampfer.

Am 9. November v. J. ist der erste deutsche Kabeldampfer, der dem Staatssekretär des Reichspostamts zu Ehren auf den Namen *v. Podbielski* getauft wurde, auf der Werft von *David J. Dunlop* in Glasgow vom Stapel gelaufen.

Das ganze aus Siemens-Martin-Stahl nach den Regeln des *Germanischen Lloyds* gebaute und dessen höchster Klasse entsprechende Schiff ist 77,7 m lang, 10,7 m breit und hat bei normaler Belastung einen Tiefgang von 5,5 m. Zwei Schrauben, durch zwei Maschinen von zusammen 1600 PS bewegt, werden ihm eine Geschwindigkeit von 13 Knoten verleihen, seine Ladefähigkeit beträgt etwa 1200 t. Das Oberdeck läuft von vorn bis hinten glatt durch und trägt vor und hinter den beiden Schornsteinen einen Aufbau, in dem sich die Kapitäns- und Kartenzimmer, sowie Vorrats- und Küchenräume befinden. Im Zwischendeck liegen hinten die Wohnungen der Offiziere, Kabelingenieure und Elektriker, im vorderen Teile des Schiffes die Wohnräume der Mannschaften. Das Schiff ist elektrisch beleuchtet und mit einem mächtigen Scheinwerfer ausgestattet. Die Besatzung beträgt nach der *E. Z.* mit Einschluss von etwa 20 Elektrikern und Kabelarbeitern 70 Mann. Für die Kabelarbeit ist der Dampfer mit besonderen Maschinen ausgerüstet, von denen im Vorschiff, und zwar teils auf dem Ober-, teils im Zwischendeck, eine kombinierte Maschine zum Aufnehmen und Auslegen, auf dem Achterdeck eine einfache Maschine zum Auslegen des Kabels aufgestellt ist.

Das Kabel wird in drei mit Wasser gefüllte Behälter im Innern des Schiffes aufgeschossen, die zusammen ungefähr 600 cbm fassen und 1100 km Tiefseekabel aufnehmen können. Um transatlantische Kabel zu legen, genügt dieser Dampfer also nicht. Hierzu ist vielmehr ein Dampfer in Aussicht genommen, der 6000 bis 8000 t gross sein wird. Die Hauptaufgabe des Dampfers *v. Podbielski* wird darin bestehen, ausser der Legung kleinerer Kabelstrecken die Kabel der deutschen Reichspost zunächst in der Ost- und Nordsee auszubessern und in Stand zu halten, wofür der deutschen Reichspost bisher ganz erhebliche, den Engländern zu leistende Ausgaben erwuchsen. Die zur Zeit vorhandene Kabelflotte besteht aus 42 Dampfern, wovon auf Grossbritannien 34, auf Frankreich 4, auf die Vereinigten Staaten, Italien, China und Japan je 1 entfallen. Von diesen Dampfern sind 10 grösser als der *Podbielski*, keiner aber besitzt eine grössere Geschwindigkeit und so vervollkommnete Maschinen für die Kabellegung. Heimatshafen des Schiffes wird Nordenham an der Weser sein, ein kleiner Ort gegenüber Bremerhaven, im Grossherzogtum Oldenburg gelegen, wo auch die Fabrik der Norddeutschen Seekabelwerke in der Errichtung begriffen ist. Die dortigen 16 ha grossen Grundstücke wurden von der aus dem *Franz Clouth*'schen Kabelwerk hervorgegangenen *Aktiengesellschaft Land- und Seekabelwerke* in Köln-Nippes, die am 1. Mai 1898 gegründet worden ist, angekauft, die umfangreichen Vorarbeiten zum Bau der Fabrik sofort begonnen und von dieser Gesellschaft auch der Kabeldampfer bei *David J. Dunlop* im Oktober 1898 in Auftrag gegeben, nachdem die Verhandlungen ergeben hatten, dass die deutschen Werften wegen anderweitiger Inanspruchnahme nicht im stande waren, den Dampfer in der gewünschten Zeit zu liefern.

Ein Seekabelwerk muss unmittelbar am Wasser liegen, da die aus einem Stück hergestellten Kabel direkt in die Behälter des Kabelschiffes geführt werden müssen. Es waren daher ausserhalb des Weserdeiches sehr bedeutende Erhöhungs- und Uferschutzbauten erforderlich, um die Fabrik nicht nur über die Hochwasserlinie zu legen, sondern auch gegen Springfluten zu sichern. Da dort bei niedrigem Wasserstande noch immer 8 m Wassertiefe bleiben, werden die grössten Dampfer anlegen können. Anschlussgeleise vom Bahnhof Nordenham sind ebenfalls angelegt. Die Fabrik wird voraussichtlich im nächsten Frühjahre in Betrieb kommen. Die Anlage ist derart, dass in kurzer Zeit und mit geringen Mehrkosten eine Verdoppelung des Betriebes erzielt werden kann, welche gestattet, ein transatlantisches Kabel in etwa 100 Tagen fertigzustellen. Die Vorarbeiten zu dem Fabrikbau waren im Frühjahr 1899 nahezu beendet, als zur Vereinigung der Interessen der Firma *Felten und Guilleaume*, die ebenfalls seit längerer Zeit ein Seekabelwerk zu errichten beabsichtigte, mit denjenigen der *Land- und Seekabelwerke* und zur Vermeidung einer Konkurrenz zwischen diesen Firmen auf dem Gebiete der Seekabelfabrikation im Interesse der deutschen Industrie eine neue Gesellschaft, die *Norddeutschen Seekabelwerke*, am 27. Mai 1899 gegründet wurde, welche diese Anlage und den im Bau befindlichen Dampfer von den *Land- und Seekabelwerken* übernahm.

Bücherschau.

Die Eisenkonstruktionen des einfachen Hochbaues. Zum Gebrauch für Schule und Praxis bearbeitet von *R. Lauenstein*, Ingenieur und Professor an der Grossh. Baugewerkeschule in Karlsruhe, unter Mitwirkung von *A. Hanser*, Baurat in Karlsruhe. **Erster Teil: Material und Konstruktionselemente. Zweite Auflage. Mit 196 Abbildungen. Stuttgart 1899. Arnold Bergsträsser Verlagsbuchhandlung (A. Kröner). 112 S. Preis brosch. 2,40 M.**

Die stets im Zunehmen begriffene, ausserordentlich grosse Verwendung des Eisens im Hochbau bringt es mit sich, dass auch der in der Praxis stehende, ausführende Hochbautechniker und Architekt sich diejenigen grundlegenden theoretischen Kenntnisse aneignen muss, die sowohl eine rationelle Verwendung des Eisens als auch die Anforderungen der Bauvorschriften und nicht minder der Zwang der Konkurrenz von ihm fordern. Das vorliegende handliche, übersichtliche und sehr preiswerte Werkchen schliesst sich den bekannten, im gleichen Verlage erschienenen Schriften des Verfassers (*Festigkeitslehre*, *Graphische Statik*, *Mechanik*) eng an, so dass insbesondere beim Selbststudium die bequeme Möglichkeit geboten ist, sich mit der Ableitung der in der Festigkeitslehre vorkommenden Formeln vertraut zu machen. Unmittelbar der Praxis entnommene Zahlenbeispiele geben zu einer richtigen Anwendung dieser Formeln eine bequeme und sichere Anleitung.

Eingesandt.

In der am 11. Dezember 1899 stattgefundenen Sitzung der Automobilsektion des Internationalen Sportplatzes Baden (bei Wien) wurde das Programm für die im Jahre 1900 zu veranstaltenden Automobilrennen festgesetzt und zwar wie folgt:

24. Juni: Bergmeisterschaft für Niederösterreich für Automobile (in drei Kategorien geteilt) auf der Strecke Helenenthal-Siegenfeld.

29. Juli eventuell 5. August: Automobilrennen auf der Trabrennbahn in Baden bei Wien und zwar folgende Rennen: 1. Motocyclerennen, 2. Voiturettesrennen, 3. Gymkhana, 4. Concours d'élégance, 5. Motocyclehandicap, 6. Voituretteshandicap, 7. Tri mit avant-train, 8. Korsofahren.

9. September: Wienerwaldfahren. Rennen für Automobile (in vier Kategorien geteilt) auf der Strecke Helenenthal, Alland, Neuhaus, Pottenstein, Gainfalau, Vöslau, Baden, etwa 60 km.

Die Rennen werden nach dem Rennreglement des Oesterreichischen Automobilklub abgehalten. Die näheren Propositionen und Termine der Nennungsschlüsse werden nächstens herausgegeben. Auskünfte erteilt das Sekretariat des Internationalen Sportplatzes Baden bei Wien, Wassergasse Nr. 3.

Arnold Bergsträsser Verlagsbuchhandlung (A. Kröner) Stuttgart.
Druck der Union Deutsche Verlagsgesellschaft ebendaselbst.



DINGLERS

POLYTECHNISCHES JOURNAL.

81. Jahrg., Bd. 315, Heft 3. Stuttgart, 20. Januar 1900.

Jährlich 52 Hefte in Quart. **Abonnementspreis** vierteljährlich 6 M., direkt franko unter Kreuzband für Deutschland und Oesterreich 6 M. 65 Pf., für das Ausland 7 M. 30 Pf. Redaktionelle Sendungen und Mitteilungen bittet man zu richten: An die Redaktion von „Dinglers Polytechn. Journal" in Stuttgart, die Expedition betreffende Schreiben an Arnold Bergsträsser Verlagsbuchhandlung (A. Kröner) Stuttgart.



Ueber die Beanspruchung von Schleifsteinen durch die Zentrifugalkraft.

Von **W. Schüle**, Breslau.

Die Aufgabe der Spannungsberechnung von rotierenden Cylindern und Hohlcylindern, die aus einem Material bestehen, dessen Elastizität annähernd dem Proportionalitätsgesetze folgt, ist mehrfach gelöst worden. Die Elastizität des Sandsteins weicht jedoch so beträchtlich von diesem Gesetze ab, dass es nötig erscheint zu untersuchen, von welcher Bedeutung das wirkliche elastische Verhalten des Sandsteins für die Grösse und Verteilung der Spannungen ist. Dem Verfasser hat sich hierfür folgender Näherungsweg ergeben. Aus der Spannungsberechnung auf Grund kon-

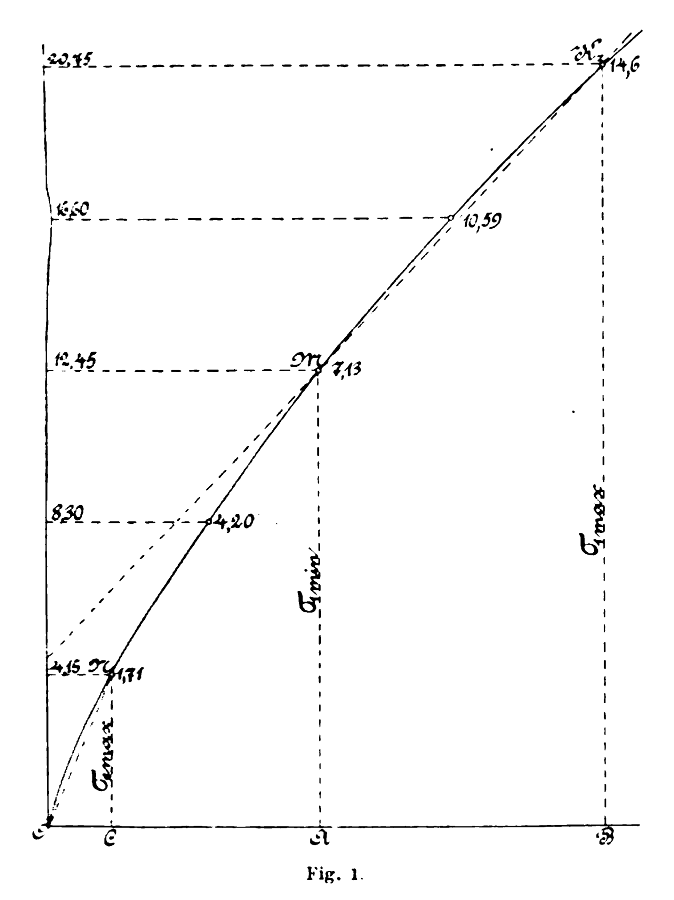


Fig. 1.

stanten Dehnungskoeffizienten lässt sich entnehmen, dass die im Cylinder in tangentialer Richtung wirkenden Spannungen am Umfang am kleinsten, in der Bohrung bezw. bei vollem Cylinder im Mittelpunkt am grössten sind. Die kleinste Spannung ist jedoch nicht kleiner als ein Drittel der grössten und die Grenzwerte der Spannungen liegen um so näher, je grösser die Bohrung ist. Die grösste Radialspannung ist beträchtlich kleiner als die kleinste Tangentialspannung. Ist nun nach Fig. 1 $O K_2$ die wirkliche Spannungsdehnungslinie des Schleifsteinmaterials, $\overline{BK_2} = \sigma_{1\,max}$ die grösste, $\overline{AM} = \sigma_{1\,min}$ die kleinste Tangentialspannung, ferner $\overline{NC} = \sigma_{2\,max}$ die grösste Radialspannung, so folgt die Elastizität des Steines innerhalb der Spannungsgrenzen $\sigma_{1\,max}$ und $\sigma_{2\,min}$ dem Bogen MK_2, innerhalb o und $\sigma_{2\,max}$ dem Bogen ON. Für diese Bögen können annähernd die Sehnen MK_2 und ON gesetzt werden. Es folgen somit die Tangentialspannungen näherungsweise dem Gesetze

$$\sigma_1 = \alpha_1 + \beta_1\,\varepsilon_1,$$

die Radialspannungen dem Gesetze

$$\sigma_2 = \frac{\varepsilon_2}{\alpha_2}.$$

Hierin sind α_1, β_1, α_2 Konstanten, die aus der wirklichen Spannungsdehnungslinie zu entnehmen sind.

Ist nun v die Verlängerung, die ein beliebiger Radius r durch die Zentrifugalkräfte erfährt, so ist die Dehnung in radialer Richtung

$$\varepsilon_2 = \frac{d\,v}{d\,r};$$

ferner hat die Verlängerung der Kreisfaser vom Radius r den Betrag $2\pi v$, also die Dehnung in tangentialer Richtung den Wert

$$\varepsilon_1 = \frac{2\pi v}{2\pi r} = \frac{v}{r}.$$

Es ist somit:

$$\sigma_1 = \alpha_1 + \beta_1 \frac{v}{r} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad \text{I)}$$

$$\sigma_2 = \frac{1}{\alpha_2} \cdot \frac{d\,v}{d\,r} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad \text{II)}$$

Als Gleichgewichtsbedingung eines Ringelementes mit dem Zentriwinkel $d\varphi$ und der radialen Länge dr ergibt sich weiter einfach

$$\frac{d\,\sigma_2}{d\,r} + \frac{\sigma_2 - \sigma_1}{r} + \frac{\omega^2\gamma}{g} \cdot r = o \quad . \quad . \quad \text{III)}$$

$\omega = \frac{\pi n}{30}$ ist hierin die Winkelgeschwindigkeit, γ das spezifische Gewicht des Steines.

Durch Differentiation von II folgt

$$\frac{d\,\sigma_2}{d\,r} = \frac{1}{\alpha_2} \cdot \frac{d^2 v}{d\,r^2}.$$

Mit diesem Wert und mit Gleichung II ergibt III die Differentialgleichung

$$\frac{d^2 v}{d\,r^2} + \frac{1}{r}\,\frac{d\,v}{d\,r} - \alpha_2\beta_1\frac{v}{r^2} - \frac{\alpha_1\alpha_2}{r}$$

$$+ \alpha_2 \cdot \frac{\omega^2\gamma}{g} \cdot r = o \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad \text{IV)}$$

Die Integralgleichung von IV ergibt sich durch die Substitution

$$v = A_1 \cdot r^{m_1} + A_2 \cdot r^{m_2} + A_3\,r^{m_3} + \ldots \text{ und mit}$$

$$\frac{\omega^2\gamma}{g} = k$$

zu

$$v = \frac{\alpha_1\alpha_2}{1 - \alpha_2\beta_1} \cdot r - \frac{\alpha_2 k}{9 - \alpha_2\beta_1} \cdot r^3$$

$$+ A_1\,r^{\sqrt{\alpha_2\beta_1}} - A_2 \cdot r^{-\sqrt{\alpha_2\beta_1}} \quad . \quad . \quad \text{V)}$$

Hieraus folgt nun durch Differentiation und Division mit α_2

$$\sigma_2 = \frac{\alpha_1}{1-\alpha_2\beta_1} - \frac{3\,k}{9-\alpha_2\beta_1}\cdot r^2$$
$$+ A_1\sqrt{\frac{\beta_1}{\alpha_2}}\, r^{\sqrt{\alpha_2\beta_1}-1} - A_2\sqrt{\frac{\beta_1}{\alpha_2}}\cdot r^{-\sqrt{\alpha_2\beta_1}-1} \qquad \text{VI)}$$

und aus I

$$\sigma_1 = \frac{\alpha_1}{1-\alpha_2\beta_1} - \frac{\alpha_2\beta_1\,k}{9-\alpha_2\beta_1}\, r^2$$
$$+ A_1\beta_1 r^{\sqrt{\alpha_2\beta_1}-1} + A_2\cdot\beta_1 r^{-\sqrt{\alpha_2\beta_1}-1} \qquad \text{VII)}$$

Die Konstanten A_1 und A_2 bestimmen sich aus den Bedingungen, dass mit $r = r_1$, $\sigma_2 = o$ und mit $r = r_2$, $\sigma_2 = o$ ist, also mittels der Gleichungen

$$o = \frac{\alpha_1}{1-\alpha_2\beta_1} - \frac{3\,k}{9-\alpha_2\beta_1}\, r_1^2$$
$$+ A_1\sqrt{\frac{\beta_1}{\alpha_2}}\, r_1^{\sqrt{\alpha_2\beta_1}-1} - A_2\sqrt{\frac{\beta_1}{\alpha_2}}\cdot r_1^{-\sqrt{\alpha_2\beta_1}-1}$$

$$o = \frac{\alpha_1}{1-\alpha_2\beta_1} - \frac{3\,k}{9-\alpha_2\beta_1}\, r_2^2$$
$$+ A_1\sqrt{\frac{\beta_1}{\alpha_2}}\, r_2^{\sqrt{\alpha_2\beta_1}-1} - A_2\sqrt{\frac{\beta_1}{\alpha_2}}\cdot r_2^{-\sqrt{\alpha_1\beta_2}-1}$$

Die Spannungen σ_1 und σ_2, die man so aus den Formeln VI und VII für bestimmte Verhältnisse errechnen kann, werden als Näherungswerte zu betrachten sein, wenn sie innerhalb der für die Elastizitätskoeffizienten α_1, α_2, β_1 gezogenen Grenzen liegen.

Als Elastizitätsgesetz sei den nun folgenden Beispielen ein Versuch von *C. v. Bach* aus der *Zeitschr. des Vereins deutscher Ingenieure* 1899 S. 1402 zu Grunde gelegt. Fig. 1 zeigt die Elastizitätskurve; die eingeschriebenen Dehnungen (Gesamtlängenänderungen bei 35 cm Messlänge) sind in $\frac{1}{1200}$ cm ausgedrückt. Der Versuch erstreckt sich bis 16,60 kg/qcm, während die Zugfestigkeit etwa 23 kg/qcm betragen mag. Die zu der Spannung 20,75 gehörige Dehnung ermittelt sich aus der Elastizitätsbeziehung $\varepsilon = \alpha\,\sigma^m$ zu $\frac{14{,}6}{1200}$ cm.

1. Beispiel.

$r_1 = 10$ cm; $r_2 = 24{,}8$ cm.

Spez. Gew. $\gamma = 2{,}34$; Tourenzahl $n = 1400$.

Die Elastizitätskoeffizienten werden so gewählt, als ob σ_1 zwischen den Grenzen 20,75 und 12,45 kg/qcm liegen würde und σ_2 den Höchstwert 6,55 kg/qcm entsprechend der Dehnung $\frac{3{,}2}{1200}$ erreichte. Dann ergibt sich

$$\alpha_1 = 4{,}46$$
$$\beta_1 = 46\,500$$
$$\alpha_2 = \frac{1}{87\,000}$$

Hiermit berechnet sich für verschiedene Werte von r die Tabelle:

$r =$	10,0	13,7	15,55	17,4	19,25	21,1	24,8
$\sigma_1 =$	23,7	18,3	—	15,85	—	14,2	12,9
$\alpha_2 =$	0,0	3,76	4,12	3,95	3,41	2,58	0,0

Aus den Formeln, die sich durch Anwendung des Proportionalitätsgesetzes ergeben und die nach der *Zeitschr. des Vereins deutscher Ingenieure* 1897 S. 861 lauten:

$$\sigma_1 = \frac{1}{8}\,\frac{\omega^2\gamma}{g}\cdot\left\{3\cdot\left(r_1^2 + r_2^2 + \frac{r_1^2 r_2^2}{r^2}\right) - r^2\right\}$$
$$\sigma_2 = \frac{3}{8}\,\frac{\omega^2\gamma}{g}\cdot\left\{r_1^2 + r_2^2 - r^2 - \frac{r_1^2 r_2^2}{r^2}\right\}$$

folgen für die gleichen Abstände die Werte

$\sigma_1 =$	24,9	18,8	—	15,69	—	13,5	11,7
$\sigma_2 =$	0,0	3,83	4,20	4,01	3,42	2,53	0,0

In Fig. 2 sind die Spannungen aufgetragen. Es ist ersichtlich, dass der Unterschied zwischen beiden Rechnungsarten nicht bedeutend ist.

2. Beispiel.

$r_1 = 2{,}5$; $r_2 = 25$ cm

$\gamma = 2{,}34$; $n = 1100$.

Mit $\alpha_1 = 2{,}6$, $\beta_1 = 52\,500$, $\alpha_2 = \frac{1}{105\,000}$ ergibt sich die folgende Tabelle:

$r =$	2,5	3,6	5	6	10	20	25
$\sigma_1 =$	14,2	11,07	9,70	8,68	7,44	6,12	5,55.

Aus den Proportionalitätsbeziehungen ergibt sich dagegen:

$\sigma_1 =$	14,89	11,02	9,25	8,64	7,56	6,03	5,10.

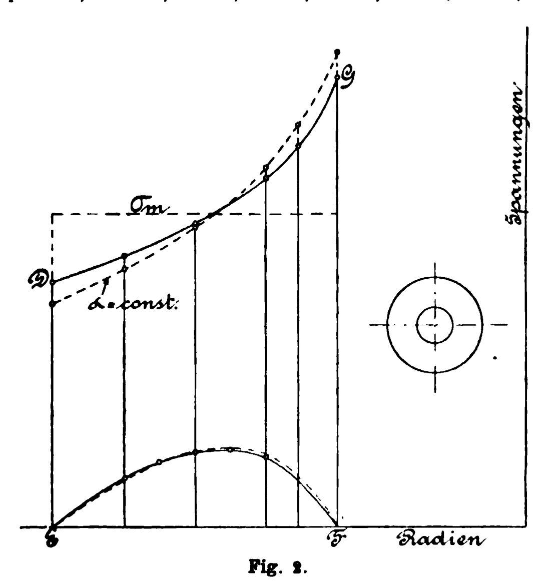


Fig. 2.

In Fig. 3 sind wieder die Spannungen aufgetragen.

Auch hier ist der Unterschied sehr gering. Es liegt dies eben an dem Umstand, dass die Tangentialspannungen, die ausschlaggebend sind, die Null nicht durchschreiten. Die Radialspannungen spielen eine untergeordnete Rolle. Auffallend ist das starke Abfallen der Spannungslinie in der Nähe der grössten Spannung, besonders bei dem Beispiel 2 mit kleiner Bohrung. Eine Verstärkung des Steines

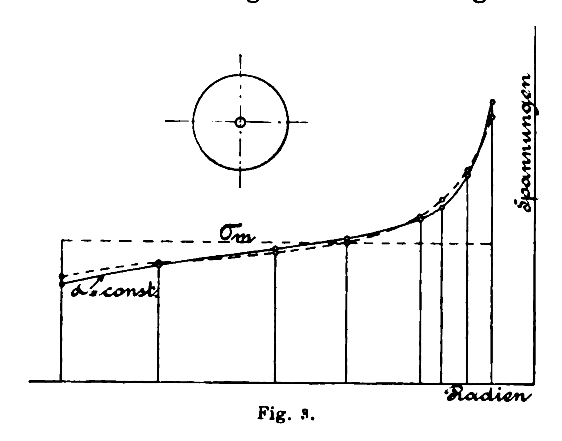


Fig. 3.

in dieser Gegend dürfte hinsichtlich der Vergrösserung der Festigkeit sehr wirksam sein.

Ueber den Verlauf der Spannungslinie σ_1 kann man allgemein und unabhängig von dem Elastizitätsgesetz aussagen, dass die Fläche $DEFG$ (Fig. 2) eine bestimmte Grösse haben muss. Es ist nämlich, wenn man den Stein in einer durch die Drehachse gehenden Ebene durchschnitten denkt,

$$\int_{r_1}^{r_2} \sigma_1\, d\,r = \frac{1}{2}\, C,$$

worin C die Zentrifugalkraft der Steinhälfte ist.

$$\int_{r_1}^{r_2} \sigma_1\, d\,r$$

ist aber eben die Fläche $DEFG$; denkt man sich nun eine mittlere konstante Spannung σ_m derart, dass die Spannungsfläche ein Rechteck wird, dessen Inhalt $= \frac{C}{2}$ ist, so lässt sich aussprechen, dass, wie auch immer die wirkliche Spannungslinie verlaufen möge, doch auf derselben

Punkte liegen müssen, deren Spannung gleich σ_m ist. Die letztere ermittelt sich aus der Zentrifugalkraft der Steinhälfte zu

$$\sigma_m = \frac{1}{3} \frac{\omega^2 \gamma}{g} \cdot \frac{r_2^3 - r_1^3}{r_2 - r_1}.$$

Man muss hieraus schliessen, dass die Tourenzahl, bei welcher der Bruch des Steines beginnen wird, jedenfalls kleiner ist, als die Tourenzahl, die sich aus der letzten Formel mit σ_m = Zugfestigkeit ergibt.

Hiermit stehen allerdings Versuche[1]), die in letzter Zeit angestellt sind, in stärkstem Widerspruch. Ganz abgesehen von dem Einfluss der Elastizität des Materials, stellen sich diese Versuche somit in Gegensatz zu der bisherigen Erfahrung, indem sie eine bedeutend grössere Zugfestigkeit des Sandsteinmaterials liefern, als dasselbe thatsächlich besitzt. Ehe man jedoch hieraus weitgehende Schlüsse ziehen kann, wie den, dass Sandstein gegenüber Zugspannungen, die durch Zentrifugalkräfte bewirkt sind, eine mehr als doppelt so grosse Zugfestigkeit habe, als gegen Zugbeanspruchung in der Festigkeitsmaschine [2]), müssten doch zuvor weitere in anderer Weise und mit anderen Materialien anzustellende Versuche abgewartet werden.

[1]) *Zeitschrift des Vereins deutscher Ingenieure,* 1899 S. 1294 f. *Grüber:* Versuche über die Festigkeit von Schleifsteinen.

[2]) *Zeitschrift des Vereins deutscher Ingenieure,* 1899 S. 1298.

Der Norddeutsche Lloyd und sein Doppelschraubenschnelldampfer „Kaiser Wilhelm der Grosse“.

(Fortsetzung von S. 1 d. Bd.)

Die übrigen Pläne der Räume in den unteren Decks bedürfen nicht vieler Erklärung, erwähnt sei nur, dass die Maschinenanordnung 105 m von der ganzen Schiffslänge beansprucht.

Auch sei hier das Fassungsvermögen der in obigen Decks liegenden Räume erwähnt. Es beträgt bei

1.	sämtlichen Kohlenräumen	5838 cbm
2.	„ Laderäumen	1387 „
3.	„ Gepäckräumen	706 „
4.	„ Frischwasserbehältern	388 „
5.	„ Süsswasserbehältern für Kesselspeisen im Doppelboden	234 „
6.	sämtlichen Wasserballasträumen des Doppelbodens	2072 „
7.	dem Vorpeak Wasserballast	34 „
8.	„ Achterpeak Wasserballast	171 „

Der Schiffskörper ist nach der höchsten Klasse des *Germanischen Lloyd* erbaut und erforderte an Stahlblechen und -winkeln und anderen Profilen samt Rund- und Flachstählen 7800 t. Dazu kommt der Hintersteven mit 90 t; derselbe ist ein Meisterstück deutscher Schmiedearbeit und in **U**-Form und mit abgesetzten Flanschen ausgearbeitet, um der Einfügung der Plattengänge Rechnung zu tragen; ferner kommt hinzu das Steuerruder, welches wir in Fig. 13 bis 15 abbilden, und zwar einschliesslich der Beplattung mit einem Gewicht von 16,8 t, sodann der Vordersteven mit einem Gewicht von 7,0 t. An Holz für Decks und inneren Ausbau wurden 3300 cbm verarbeitet.

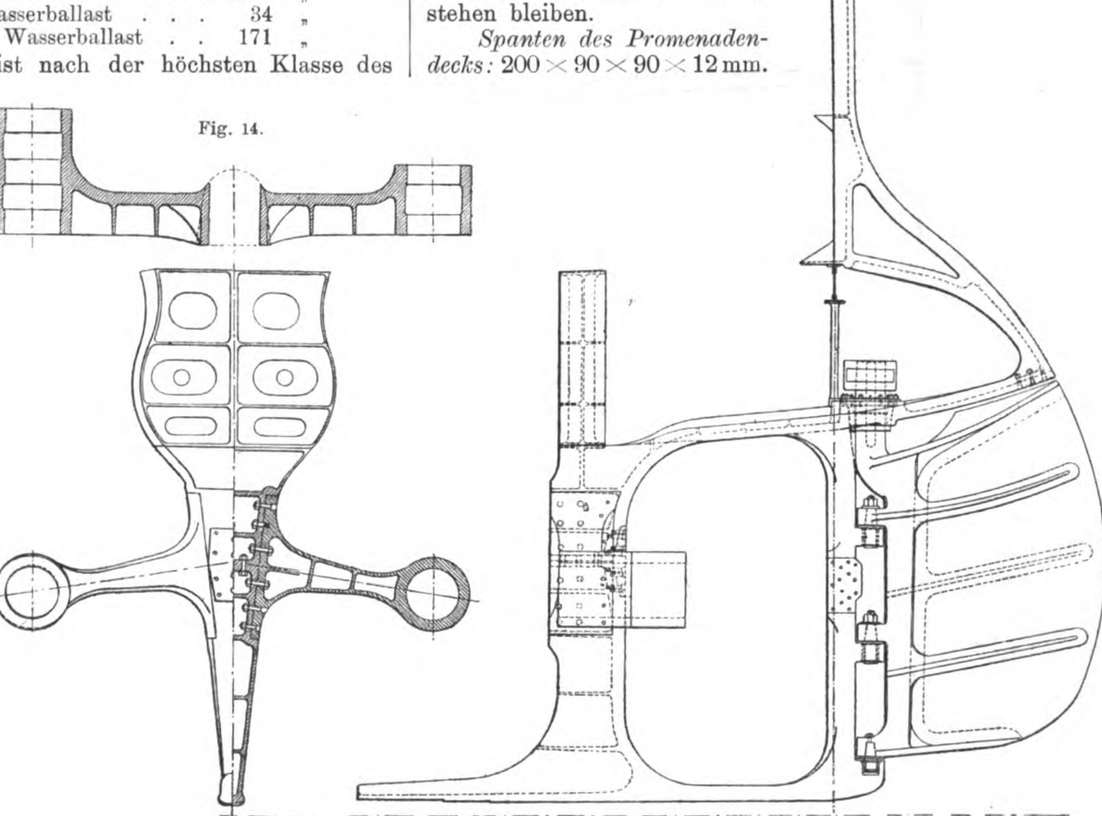


Fig. 15. Fig. 13.

Steuerruder des Doppelschraubenschnelldampfers „Kaiser Wilhelm der Grosse“.

Das Material des Schiffsgerippes hat folgende Abmessungen:

Spanten — im Doppelboden an den Spanten mit festen — Winkeleisen 100 × 100 × 14 mm für 0,6 Länge, a/Enden 100 × 100 × 12 mm, an den Spanten ohne Bodenwrangen — **U**-Eisen 200 × 90 × 90 × 14 mm für 0,6 Länge, a/Enden 200 × 90 × 90 × 12 mm.

Ueber Doppelboden von Spant 54 bis 192 von **U**-Eisen 200 × 90 × 90 × 14 mm, vor und hinter Doppelboden 200 × 90 × 90 × 14 mm für im ganzen 0,6 Länge, a/Enden 200 × 90 × 90 × 12 mm. Alle Spanten gehen von der Seitenplatte des Doppelbodens bis auf Oberdeckstringer, an jedem zweiten Spant wird der innere Flansch 300 über Hauptdeck weggeschnitten, ausgenommen unter der Back, wo alle inneren Flanschen stehen bleiben.

Spanten des Promenadendecks: 200 × 90 × 90 × 12 mm.

Spanten an den Schotten: doppelte Winkel 100 × 100 × 12.

Plattenspante: einfache Winkel 100 × 100 × 14.

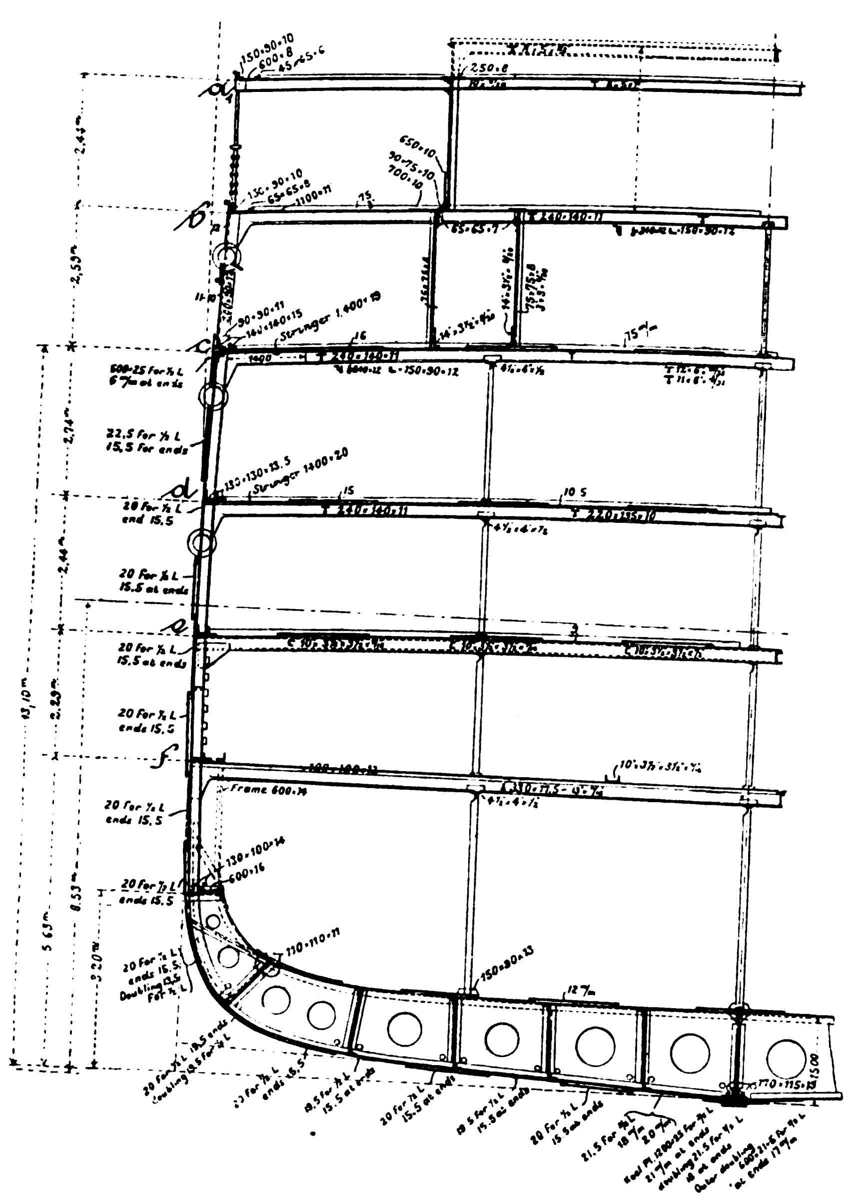
Doppelte Spanten: **U**-Form 200 × 90 × 90 × 12 bis an

Oberdeck an jedem Spant von Spant 0 bis 13, an jedem zweiten Spant von Spant 13 bis 25.

Gegenspante im Doppelboden: an den Spanten mit festen Bodenwrangen Winkel 90 × 90 × 13 für 0,6 Länge, a. Enden 90 × 90 × 12, an den Spanten ohne Bodenwrangen Winkel 110 × 110 × 11. Unter Maschinenraum doppelte Winkel 130 × 100 × 15 an jedem Spant, unter Kessellagern doppelte Winkel 130 × 100 × 14.

Gegenspante über Doppelboden: Winkel 130 × 100 × 14 für 0,6 Länge, 130 × 100 × 12 a. Enden, abwechselnd 300 mm über Oberdeck und über Hauptdeck reichend, an den Plattenspanten doppelt 130 × 100 × 14.

Plattenspanten im Maschinenraum an jedem zweiten Spant, abwechselnd bis Oberdeck und Hauptdeck reichend, unterhalb Zwischendeck 850 × 14, oberhalb 600 × 14 mm, im Kesselraum an jedem dritten Spant, und zwar alle bis Hauptdeck reichend, 600 × 14 mm, innerhalb der Kohlenbunker an jedem dritten Spant 600 × 14 mm, alle bis Raumdeck reichend.



a Bootdeck. *b* Promenadendeck. *c* Oberdeck. *d* Hauptdeck. *e* Zwischendeck. *f* Raumdeck.

Fig. 16.

Aeussere Verschalung des Doppelschraubenschnelldampfers „Kaiser Wilhelm der Grosse".

Die Spantentfernung beträgt vom Hintersteven bis Spant 234 (Ende des Maschinenraums) 760 mm, von dort bis zum Vorsteven 600 mm.

Die Kielplatte hat 25 mm Dicke und ist verdoppelt durch eine Platte von 21½ mm, während ein drittes Verdoppelungsblech die Gesamtdicke auf 68 mm bringt.

Die Stärke der Aussenhaut des Schiffes ist im weiteren aus Fig. 16 zu ersehen. Bemerkt sei nur, dass die beiden oberen Gänge innere und äussere Laschen haben, und dass fast durchgängig vierfache Nietung zur Anwendung kam, bei 25 mm Nietdurchmesser. Von den Aussenhautblechen haben etliche eine Länge von 8,02 m, eine Breite von 1,617 m und eine Dicke von 20 mm.

Kielbleche und Spanten wurden hydraulisch genietet.

Der Doppelboden erstreckt sich fast über die ganze Länge des Schiffes und ist seitlich bis zur Mitte der Bilge hochgeführt — nicht wie sonst bei Kauffahrteischiffen gebräuchlich bis zur unteren Rundung in der Bilge.

Die Tiefe des Doppelbodens beträgt unter dem Maschinenraum 2300 mm, im übrigen Schiff 1500 mm.

Zwischen der Mittelkielplatte und den Seitenplatten des Doppelbodens befinden sich je seitlich fünf durchlaufende Längsspanten eingebaut, ebenso laufen die mit ihren Flanschen nach innen gerichteten Winkel durch, während die nach auswärts zeigenden Winkel zwischengesetzt sind.

Das Mittellängsspant (die Mittelkielplatte) ist wasserdicht von Spant 48 bis Spant 208; ausserdem laufen noch 11 Querspanten wasserdicht durch und teilen den Doppelboden in 22 einzelne Abteilungen.

Das Schiff selbst ist durch 17 Querschotte, von denen 15 bis unter Oberdeck und 2 bis unter Zwischendeck reichen, und durch eine Längsschott auf Länge des Maschinenraums derart geteilt, dass zwei benachbarte Abteilungen voll laufen können, ohne dass die Schwimmfähigkeit des Schiffes notleidet. Die lotrechte Absteifung der Schotte in den unteren Teilen ist teilweise durch U-Eisen, teilweise durch gebaute Balken hergestellt, wie in Fig. 17 bis 21 ersichtlich.

Zum Anstrich für den Eisenbau wurde Ferrubron verwandt, eine Farbe, die sich durch zähes Anhaften an Eisen und Stahl, sowie dadurch auszeichnen soll, dass sie gegenüber galvanischen und anderen elektrischen Einflüssen unbeeinflusst bleibt, Eigenschaften, die — falls sie sich auf die Dauer bewähren — diese Farbe zu einem sehr begehrten und unentbehrlichen Gebrauchsmittel — nicht nur im Schiffbau, sondern auch überhaupt — machen wird.

Am 16. März 1896 wurde die erste Kielplatte des „*Kaiser Wilhelm der Grosse*" gelegt und am 26. August — also 5 Monate und 10 Tage später — war der ganze Doppelboden, sowie sämtliche 235 Spanten aufgestellt, ja sogar ein Teil der Aussenhaut angebracht. Am 3. April 1897, also 12½ Monate nach Beginn der Arbeit, waren die sämtlichen 35 Gänge der Aussenhaut — deren Gesamtgewicht 1580000 kg betrug — genietet, und am 4. Mai 1897 wurde das Schiff unter den üblichen Feierlichkeiten zu Wasser gelassen. Die ganze ungeheure Masse an Eisen und Stahl — im Betrage von rund 8000 m/t — wurde also in nicht ganz 14 Monaten in das Schiff hineingearbeitet; diese Thatsache mag mehr, wie Worte es können, für die Leistungsfähigkeit der deutschen Schiff- und Maschinenbauwerke des Stettiner „*Vulkan*" sprechen.

Das Gewicht beim Stapellauf betrug einschliesslich der Seitenschlitten von je 167 m Länge 8330 t, die Neigung betrug 1 : 19,2 und der Druck auf den Quadratcentimeter 2,264 kg.

Die Hemmung des beschleunigten Ablaufs geschah durch zwei Buganker mit Stegketten von 51 mm Durchmesser, welche an der Beplattung des Hinterschiffs befestigt waren, und die zugleich die Drehung des Schiffes einleiten sollten.

Um nicht einen zu plötzlichen und zu grossen Stoss auf die Ketten zu bekommen — bei welchem dieselben allenfalls gebrochen wären —, hatten die Ketten während des Nachlaufens starke Hölzer, welche zwischen zwei sehr



starken eichenen Balken festgelegt waren, zu durchbrechen. — Wieder 4 Monate später verliess das Schiff nach Einsetzung seiner Kessel und Maschinen die Werft, ging ohne jedwede weitere Versuchsfahrt von Stettin nach Bremen und trat von dort nach Einnahme von Ladung und Fahrgästen seine erste Fahrt nach New York an, die sofort seine Führerschaft als schnellstes bisher über den Ozean gelaufenes Schiff feststellen sollte.

Die Maschinen und Kessel führen wir unseren Leseren in ihren Hauptansichten in Fig. 22 bis 28 vor, die ebenso wie auch die anderen der englischen Zeitschrift *Engineering* entnommen sind.

Spantentfernung.
Spant 0—83½ = 760 mm
„ 234 bis Vorsteven = 600.

Vordersteven	355 X 100
Hintersteven	355 X 100
Ruder	355 X 100
Ruderkopf	500 mm Durchmesser.

Fig. 17. Fig. 18. Fig. 19. Fig. 20. Fig. 21.

Absteifung der Schotte des Doppelschraubenschnelldampfers „Kaiser Wilhelm der Grosse“.

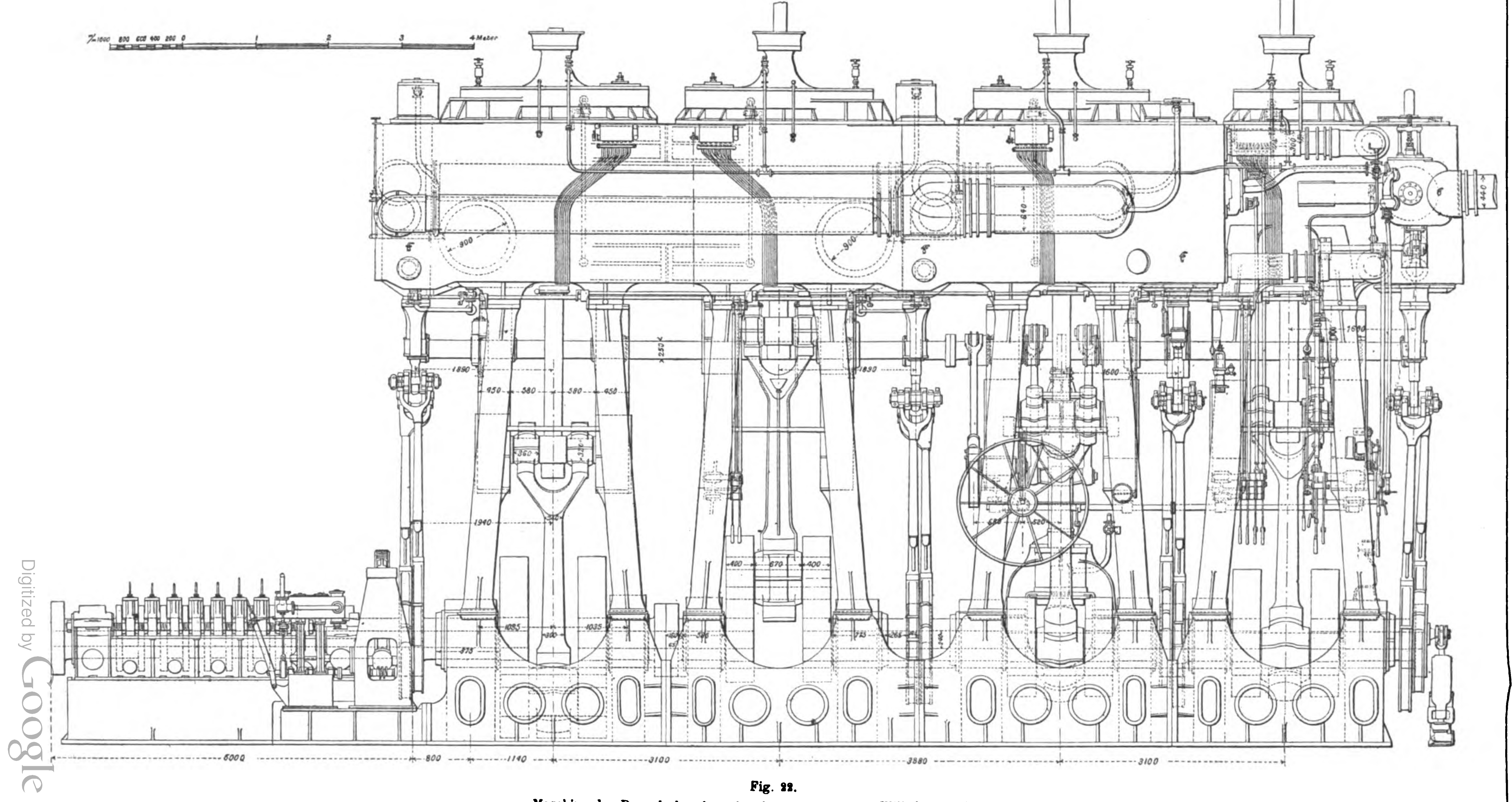


Fig. 22.
Maschine des Doppelschraubenschnelldampfers „Kaiser Wilhelm der Grosse“.

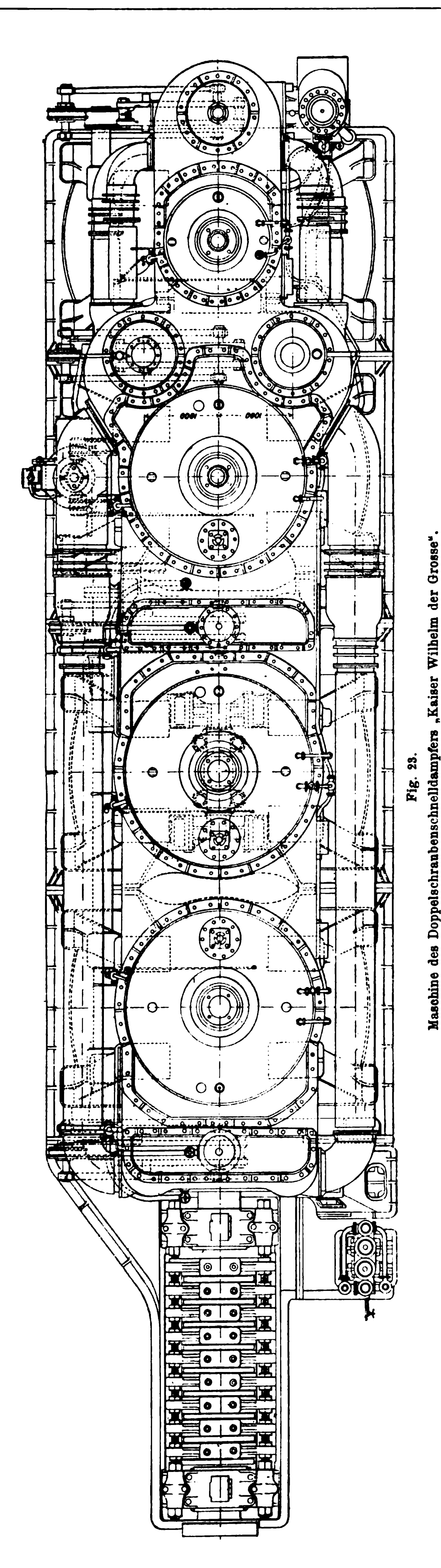


Fig. 23. Maschine des Doppelschraubenschnelldampfers „Kaiser Wilhelm der Grosse“.

Die Hauptabmessungen sind:

1. Maschinen.

Durchmesser des Hochdruckcylinders	1320	mm
„ „ Mitteldruckcylinders	2280	„
„ der beiden Niederdruckcylinder	2450	„
Hub aller Kolben	1750	„
Länge der Pleuelstange	3500	„
Verhältnis des Kolbenhubes zur Länge der Pleuelstange	1 : 2	
Durchmesser der Kurbelwelle	600	„
„ „ Kurbelzapfen	600	„
Länge der Kurbellager	670	„
Anzahl der Kurbelwellenlager	8	
Gesamtlänge der acht Kurbelwellenlager	5580	„
Durchmesser des Drucklagerwellenstranges	570	„
„ der Wellenleitung	570	„
„ „ Schraubenwelle hinten	600	„
„ „ Schraube über Flügelenden	6800	„
Anzahl der Flügel	3	
Steigung	1000	„
Kühlfläche eines Kondensators	1650	qm

2. Kessel.

Dampfdruck	12,5	kg/qcm
Durchmesser aller Kessel	5150	mm
„ der Feuerrohre	1200	„
„ „ Siederohre	74,6/83	„
„ „ Ankerrohre	64/80	„
Länge der Sieder- und Ankerrohre, wasserberührt	2355	„

	Doppelendig	Einendig
Anzahl der Kessel	12	2
Länge der Kessel	6240 mm	3500 mm
Anzahl der Feuerrohre	8	4
„ „ Siederohre	674	337
„ „ Ankerrohre	194	97
Heizfläche	601 qm	309 qm
Rostfläche	18,7 qm	9,35 qm
Verhältnis der Rostfläche zur Heizfläche	1 : 32,2	
„ „ Ankerrohre zu den Siederohren	1 : 3	
Gesamtheizfläche aller Kessel	7830 qm	
Gesamtrostfläche aller Kessel	243 qm	

Luftpumpmaschinen (System *Blake*).

Anzahl der Zwillingsluftpumpen (1 in jeder Maschinengruppe)	2	
Durchmesser der Dampfcylinder	458	mm
„ „ Pumpencylinder	1068	„
Hub	610	„

Hauptspeisepumpen (System *Weir*).

Anzahl der Zwillingspumpen (2 in jedem Maschinenraum)	4	
Durchmesser der Dampfcylinder	432	mm
„ „ Pumpencylinder	330	„
Hub	660	„

Hilfsspeisepumpen (System *Blake*).

Anzahl der Zwillingspumpen (1 in jedem Kesselraum)	4	
Durchmesser der Dampfcylinder	305	mm
„ „ Pumpencylinder	197	„
Hub	305	„

Die Kessel verteilen sich auf vier wasserdichte Abteilungen (s. Fig. 1 S. 4 d. Bd.) und zwar befinden sich in den drei vorderen Kesselräumen je drei doppelendige Kessel, querschiffs angeordnet, während in dem hintersten, unmittelbar an den Maschinenraum angrenzenden Raum fünf Kessel angeordnet sind, davon wiederum drei doppelendige nach vorn zu, und zwei einendige an der hinteren Schottwand. Alle 14 Kessel sind für die Seefahrt verwendbar und zwar kann jeder einzelne Kessel je nach Bedarf für die Steuerbord- oder Backbordmaschine eingeschaltet werden — die Einschaltventile befinden sich oberhalb des Maschinenraums auf einer Laufbühne —, die beiden hintersten einendigen Kessel sind ausserdem besonders für den Hafendienst — Löschen und Einnehmen der Ladung, Heizungszwecke u. s. w. — vorgesehen. Entsprechend der Anordnung für die Verwendbarkeit kann auch jeder einzelne Kessel ausser Thätigkeit gesetzt werden. Für den Betrieb der Kessel sind in jeder einzelnen Abteilung zwei durch Elektromotoren betriebene Gebläsemaschinen vorgesehen, deren Rohrleitung, unterhalb des Kesselraumfussbodens laufend, die nötige Zugluft, deren Bedarf sich durch Ventile regeln lässt, in den Aschenfall der Kessel treibt.

Uebrigens ist die Höhe zwischen der Rostfläche und der Oberkante Kamin mit 32,3 m so gross bemessen, dass auch ohne den Gebläsebetrieb in den meisten Fällen ein genügender Zug vorhanden ist. Die drei vorderen Kamine haben dabei einen Durchmesser von 3700 mm, während der hinterste mit Rücksicht auf die zwei weiteren einendigen Kessel einen Durchmesser von 3900 mm erhalten hat.

Zur Sicherung des Zuges auch bei Ausserbetriebsetzung einzelner Kessel sind die Rauchfänge unter Deck, in welche die Rauchkanäle von den Rauchkammern der Kessel führen, in 12 Abteilungen geteilt, welche am Fusse des runden Kamins in drei Abteilungen übergehen, so dass also thatsächlich jeder Kessel seinen vollständig getrennten Rauchabzug besitzt.

Zur Erleichterung der Herbeischaffung der Kohlen aus den 5838 cbm grossen Bunkern dient ein Schienengeleise. Ascheaufzüge sind in jedem Kesselraum vorhanden.

Die Kessel selbst sind in Fig. 26 bis 28, sowie in der Tabelle genügend beschrieben, auch die Stärke der Bleche, sowie die Art der Vernietung ist deutlich zu ersehen. Erwähnt sei hier noch, dass die Löcher der Siederohre in den beiden Rohrwänden nach dem Zusammenbau der Kessel durch eine besondere Maschinenvorrichtung gleichzeitig aufgerieben wurden. Da die Gesamtheizfläche eines doppelendigen Kessels 601 qm, das Gewicht eines Kessels aber mit Armatur, ohne Wasser, 91,5 m/t beträgt, so kommen auf 1000 kg Kesselgewicht etwa 6,568 qm Heizfläche. Das Gesamtgewicht der ganzen Kesselanlage, einschliesslich Armatur, Wasser und Rauchkammer beträgt 2281 m/t, setzen wir die Maschinenleistung mit 30000 PSi an, so kommen 13,15 PS auf 1 m/t Kesselgewicht.

Für die Umkleidung der Kessel sind Asbestplatten verwandt, die mit dünnem Blech überzogen sind.

Die Speisung der Kessel besorgen vier Paar direkt wirkende Speisepumpen „System *Weir*“, deren Dampfcylinder 432 mm und deren Pumpencylinder 330 mm Durchmesser bei 660 mm Hub haben, in Verbindung mit zwei Speisewasseranwärmern, ebenfalls nach System *Weir*.

Diese Pumpen sind an der vorderen Maschinenraumschottwand in einer vorgebauten Nische angeordnet und zwar je zwei Paar im Steuerbordmaschinenraum, je zwei im Backbordraum. Unmittelbar unterhalb der Pumpen befindet sich jedesmal der Heisswasserbehälter, in welchen die Luftpumpen der zwei Maschinenabteilungen ihr Wasser abliefern, nachdem dasselbe zuvor einen Filter (in jeder Maschinengruppe) mit einer Stundenleistung von 80 t durchlaufen hat, welchen *Pape Henneberg und Co.* in Hamburg lieferten. Von hier wird das Speisewasser dann durch je eine Pumpe des einen Paares dem Vorwärmer zugeführt; für den Fall, dass der Behälter aus irgend einem Grunde leer wird, schaltet sich die Pumpe durch einen Schwimmer im Behälter selbstthätig aus. Zwei weitere Pumpen liefern dann das Wasser aus dem Vorwärmer in die Kessel, auch hier besorgt ein Schwimmer im Vorwärmer die selbstthätige Ausschaltung im Falle eines Leerwerdens. Die vierte Pumpe der zwei Pumpenpaare ist also in beiden Maschinenabteilungen in Ruhe und dient als Ersatz für eine zeitweilig untauglich gewordene.

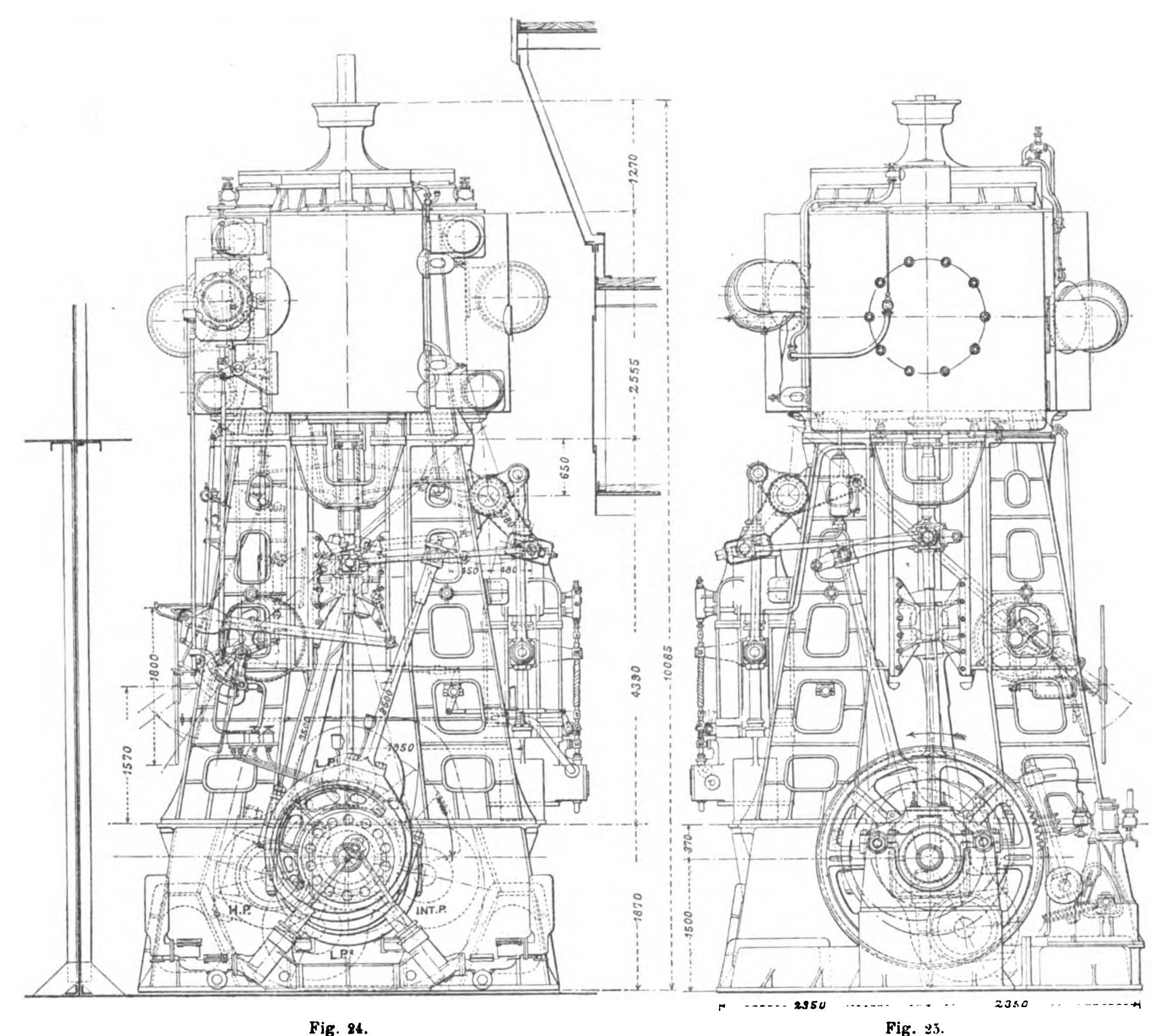


Fig. 24. Fig. 25.

Maschine des Doppelschraubenschnelldampfers „Kaiser Wilhelm der Grosse“.

Die Pumpen (Fig. 29 bis 32) können eine gegen die andere ausgewechselt bezw. eingeschaltet werden.

In jeder Kesselabteilung befindet sich noch eine Hilfsspeisepumpe (System *Blake*).

Alle diese Pumpen können für den Fall eines ausbrechenden Feuers gegen letzteres dienstbar gemacht werden.

Um den Verlust an süssem Speisewasser zu ersetzen, ist ein *Verdampfer* mit einer Stundenleistung von 90 t beschafft.

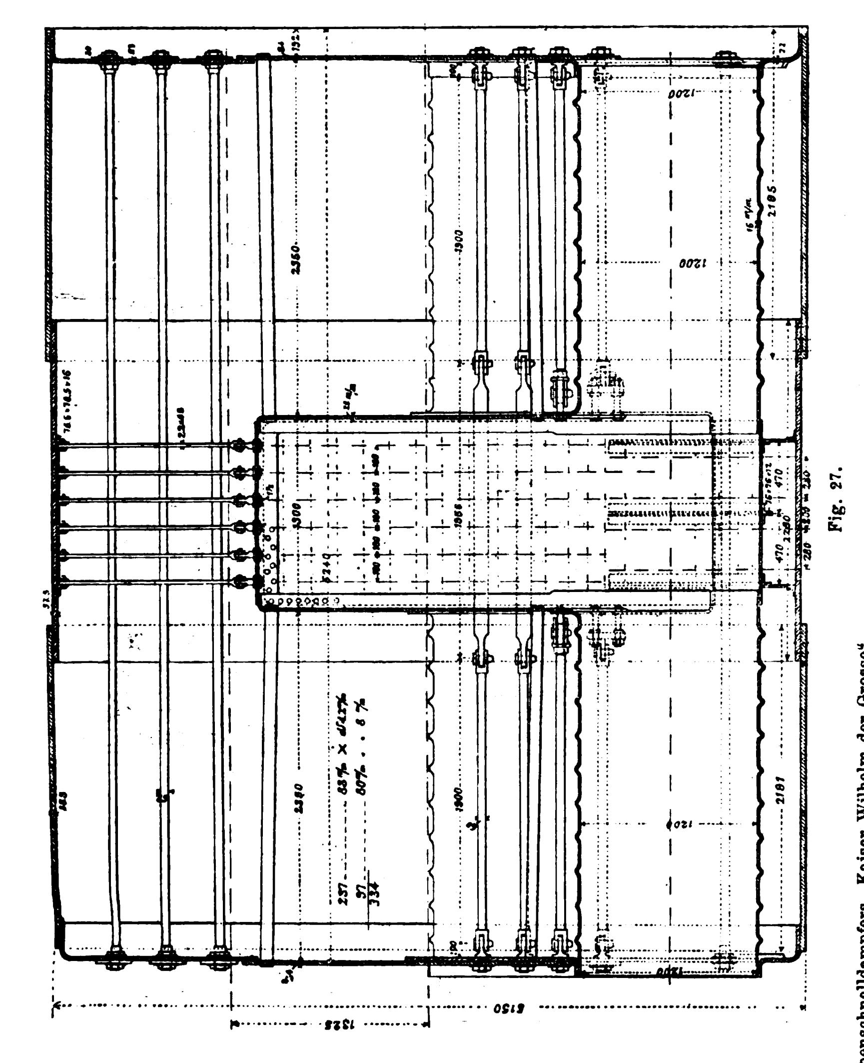


Fig. 27.

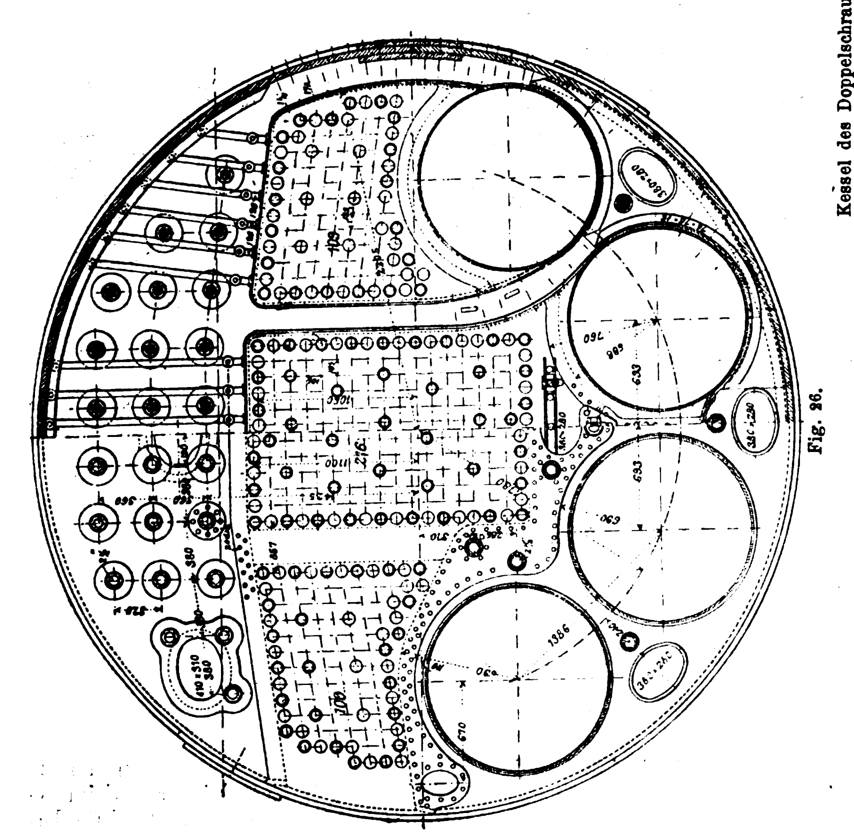


Fig. 26.

Kessel des Doppelschraubenschnelldampfers „Kaiser Wilhelm der Grosse".

Die Maschinen sind nach dem Yarrow-Schlick-Tweedy-Verfahren ausgeglichen, für dessen erste Anwendung auf einem atlantischen Schnelldampfer Deutschland das Verdienst gebührt.

Nach diesem Verfahren bilden der Hochdruckcylinder mit 1320 mm Durchmesser und der Mitteldruckcylinder mit 2280 mm Durchmesser ein Paar mit um 154,3° versetzten Kurbeln. Abstand von Mitte zu Mitte Cylinder 3100 mm. Ein zweites Paar mit ebenfalls um 154,3° versetzten Kurbeln und ebenfalls 3100 mm Abstand der Cylindermitten bilden die beiden Niederdruckcylinder mit je 2450 mm Durchmesser. Die Aufstellung der Cylinder ist: vorn der Hochdruckcylinder, ihm folgt in 3100 mm Abstand der Mitteldruckcylinder, dann in 3800 mm Abstand der Niederdruckcylinder, die unter sich wieder 3100 mm Abstand haben.

Die Wandung des Hochdruckcylinders ist 40 mm stark, diejenige der drei anderen Cylinder 35 mm. Alle Cylinder haben Mantelheizung. Die gusseisernen Cylinderbüchsen im Hochdruckcylinder haben 40 mm, diejenigen in den drei übrigen Cylindern 38 mm Wandstärke; die dem Material der Büchsen entnommenen Probestücke ergaben eine Druckspannung von 19,2 bis 20,9 kg/qmm.

Die fertigen Cylinder wurden unter Wasserdruck geprüft, und zwar der Hochdruckcylinder mit 18 kg/qcm, der Mitteldruck- mit 10 kg/qcm und die Niederdruckcylinder mit 4 kg/qcm.

Cylinder und Schieberkasten wurden je in einem Stück gegossen. Die Bolzenlöcher für die Verbindung der Cylinder sind oval gehalten, um einer ungleichen Ausdehnung in der Längsrichtung der letzteren Rechnung zu tragen. Passstücke von 20 mm Stärke wurden zwischen die einzelnen Gussstücke in betriebsheissem Zustand zwischengepasst und mit federnden Unterlagscheiben verschraubt.

Der Hochdruckcylinder hat einen Kolbenschieber, der Mitteldruckcylinder deren zwei, die Niederdruckcylinder je einen Gleitschieber

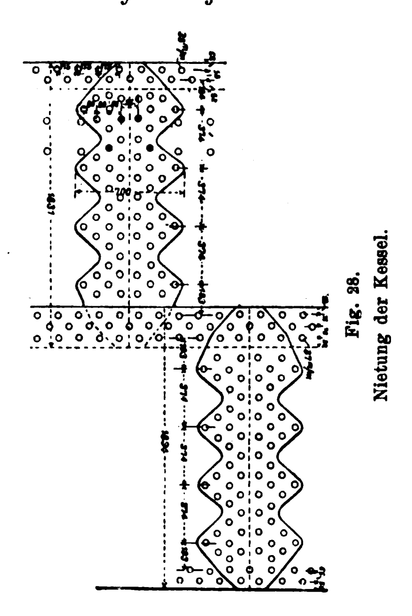


Fig. 28. Nietung der Kessel.

mit doppelten Schieberkanälen. Die Durchgangsöffnung beträgt beim Hochdruckschieber 2100 qcm, bei den Mitteldruck- und den beiden Niederdruckcylindern je 5300 qcm.



Fig. 29. Fig. 30.

Fig. 31. Fig. 32.

Pumpen des Doppelschraubenschnelldampfers „Kaiser Wilhelm der Grosse“.

Ausgleichkolben, sowie Entlastungsringe fanden in der üblichen Weise Verwendung. Die Exzenterstangen — aus Stahl hergestellt — sind nicht durchgebogen, sondern an ihren Enden mit Gabeln versehen, die Exzenterringe sind aus Gussstahl und auf einer Breite von 165 mm mit Weissmetall ausgegossen. (Fortsetzung folgt.)

Die gebräuchlichen Automobilsysteme.

Von Professor **H. Bachner** in Stuttgart.

(Fortsetzung des Berichtes S. 27 d. Bd.)

III. *Verdampfer.*

Wie schon erwähnt, verdankt der Explosionsmotor seine Arbeitsleistung periodisch im Cylinder verlaufenden Explosionen, dadurch hervorgerufen, dass man sogen. brennbare Gase bezw. Dämpfe mit Luft mischt und im geeigneten Moment hinter dem Kolben entzündet. Die Er-



zeugung dieses Gemisches erfolgt beim Benzinmotor in einem besonderen Gefäss, dem Verdampfer oder Karburator (vgl. *C* Fig. 1 S. 16), der das Herz des Automobils genannt zu werden verdient, da von seiner richtigen Wirkungsweise der Gang des Motors in erster Linie abhängt.

Zum besseren Verständnis der hier zu besprechenden Konstruktionen seien einige allgemeine Erläuterungen über die Gemischbildung vorausgeschickt.

Nicht jedes aus Benzindampf und Luft gebildete Gemisch ist brennbar, es ist vielmehr die Entzündbarkeit davon abhängig, dass wenigstens 85, aber höchstens 95 % Luft in dem Gemenge enthalten sind. Die günstigste Wirkung wird mit einem mittleren Luftgehalt erzielt, welcher wesentlich von der Temperatur und auch vom Feuchtigkeitsgehalt der Luft beeinflusst erscheint.

Das für Automobilzwecke benutzte Benzin verdampft nun, wie oben erwähnt, bei mittlerer Temperatur in den gebräuchlichen Verdampfern schon so reichlich, dass die mit ihm in Berührung gebrachte Luft zunächst übersättigt wird und das Gemisch die Entzündbarkeit verliert. Es ist deshalb erforderlich, ihm, bevor es in die Explosionskammer des Motors eintritt, noch so viel frische Luft beizumengen, bis das gewünschte Verhältnis der Bestandteile erreicht ist, ein Verfahren, welches sich übrigens schon mit Rücksicht auf bequemere Regulierung empfiehlt.

Dabei wird aber in vielen Fällen noch eine besondere Anwärmung des Benzins vorgesehen, nach dem vorhin Gesagten scheinbar überflüssigerweise; dies findet jedoch darin seine Begründung, dass einerseits die Temperatur stark wechselt und insbesondere im Winter zu niedrig sein würde, andererseits aber durch die Verdampfung des Benzins selbst so viel Wärme gebunden, d. h. dem Inhalt des Verdampfers entzogen wird, dass auch bei höherer Umgebungstemperatur eine Anwärmung von Vorteil erscheint.

Schliesslich darf nicht unerwähnt bleiben, dass ein jedes Benzin sich als ein Gemenge verschieden dichter Kohlenwasserstoffe darstellt, deren Verdampfbarkeit mit zunehmender Dichte abnimmt. Es verdunsten also die leichteren Bestandteile rascher als die schwereren, was wiederum auf die Gemischbildung von Einfluss ist. Eine Anwärmung ist dabei offenbar von Vorteil.

Fig. 20.
Aeltere Ausführung des Benz-Karburators.

Die Konstruktion der Verdampfungs- und Mischapparate hat selbstverständlich diese an der Gemischbildung beteiligten Einflüsse zu berücksichtigen, was von verschiedener Seite in verschiedener Weise geschehen ist und wobei wiederum die Konstruktionen von *Daimler* und von *Benz* vorbildlich geworden sind.

Wir werden im Folgenden nach der Art der Berührung zwischen Benzin und Luft zwei Grundformen von Verdampfern unterscheiden: entweder wird der Verdampferraum mit einer verhältnismässig bedeutenden Menge Benzin gefüllt erhalten und die Luft über oder auch durch die Flüssigkeit geführt, um sie mit Dämpfen zu sättigen — diese Verdampfer wollen wir kurz als „Verdunstungskarburatoren" bezeichnen — oder es wird der Verdampfer nur als Mischraum benutzt, in den man nur so viel Benzin in steter Wiederholung eintreten lässt, als für die betreffende Arbeitsperiode erforderlich ist und von der Luft sofort vollständig aufgesaugt werden kann — diese Verdampfer seien teilweise freilich nur angenähert zutreffend „Zerstäubungskarburatoren" genannt.

Als Beispiel eines reinen Verdunstungskarburators ist in erster Linie der *Benz*-Verdampfer zu nennen.

Schon die älteste Ausführung Fig. 20 und 21, welche dem in Fig. 8 S. 18 dargestellten ersten *Benz*-Wagen zugehört, besitzt die charakteristischen Einzelteile. Der Verdampfer (Fig. 20) ist durch zwei Blecheinsätze in die drei Räume *a*, *c* und *e* geschieden. In *c* muss durch eine nicht gezeichnete Oeffnung der Lufteintritt erfolgen. In Gestalt von Blasen tritt die Luft sodann durch die ringförmige Benzinschicht zwischen *i* und *h* nach unten und durch die Haupt-

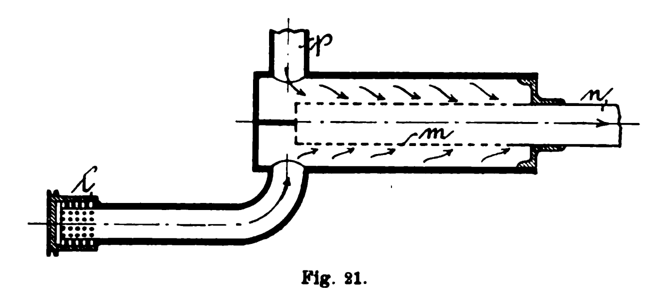


Fig. 21.
Aeltere Ausführung des Benz-Karburators.

menge der Flüssigkeit wieder nach oben, passiert einige ventilatorartig durchbrochene Blechscheiben mit schräg gestellten Flügeln, welche durch Wirbelung eine gute Mischung bewirken sollen, und tritt in den Sammelraum *e* über. Durch *a* wird ein Teil der Abgase behufs Erwärmung des Benzins geleitet, welches aus dem Behälter *k* tropfenweise und durch das Standrohr *g* kontrollierbar nach unten fällt. Die Frischluftzufuhr erfolgt in dem Mischrohr *o* (Fig. 21) durch die regulierbaren Löcher *l*; das aus dem Verdampfer durch *p* eintretende Gemenge mischt sich beim Passieren des Siebes *m* mit der Frischluft und tritt durch *n* zum Cylinder.

Im Prinzip nicht wesentlich verschieden, wenn auch in der Konstruktion ziemlich abweichend, ist der neuere *Benz*-Karburator (Fig. 22)[1]). Derselbe besteht aus einem vertikal gestellten kleinen Blechkessel *D*, von welchem unten durch eine wagerechte Zwischenwand die Heizkammer für die Abgase abgetrennt ist. Ein Schwimmer *B* lässt erkennen, wann die aus dem Vorratsbehälter durch das Rohr *E* zeitweise zu ergänzende Benzinfüllung ihren vorgeschriebenen Stand erreicht hat. Unter dem Einfluss der Saugwirkung des Cylinders strömt die Luft von der unteren Oeffnung des Rohres *A* aus über bezw. zum Teil durch die Flüssigkeit und nimmt dabei die Benzindämpfe in sich auf, das Gemisch entweicht durch Rohr *C*, dessen unteres Ende zum Schutz gegen die durch die Schwankungen des Wagens emporgeschleuderte Flüssigkeit von der Schutzhaube *D* teilweise umschlossen wird; eine kleine Bohrung im Boden von *D* gestattet das Ausfliessen mitgerissener Benzintropfen. Die nachträgliche Beimischung von frischer Luft erfolgt später vor dem Cylinder. Die Anordnung in Bezug auf den Cylinder geht aus Fig. 9 S. 19 hervor; das rechts gezeichnete Gefäss ist der Verdampfer, die mehrfach gewundene Rohrleitung führt das Gemisch zum Cylinder, in ihrer Mitte erfolgt der Frischlufteintritt und die Regulierung.

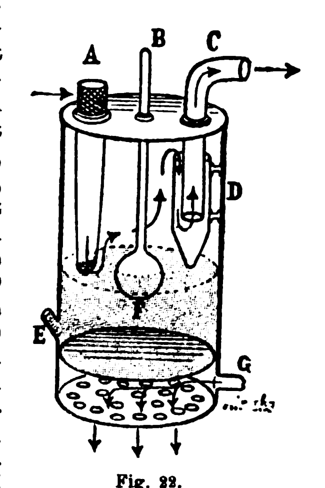


Fig. 22.
Neuere Ausführung des Benz-Karburators.

Ferner gehören hierher die Verdampfer System *De Dion et Bouton* (Fig. 1 S. 16). Die den Benzindampf aufnehmende Luft tritt hier durch das auch die Schwimmerstange umschliessende vertikale Rohr ein, steigt nach erfolgter Sättigung empor bis in den Raum *R* (vgl. den Schnitt links unten) und mischt sich hier mit der von oben eintretenden Frischluft, worauf das Gemenge durch die unten angeschlossene Leitung nach dem Einlassventil gesaugt wird.

Das von der Auspuffleitung hergeführte Rohr *A* besorgt die Anwärmung des Gemisches.

[1]) *Baudry de Saunier*, Das Automobil u. s. w., 1. Bd.

Auf dem gleichen Prinzip beruht der Karburator von *Bergmann und Volmer* (Fig. 23 bis 25). Die durch das Rohr *f* (Fig. 23) eingeführte Luft streicht über die Flüssigkeit und bewegt sich, wie die Pfeile zeigen, zur Erreichung einer gründlichen Vermischung mit den Dämpfen noch um eingeschaltete Hindernisse herum (ähnlich wie Fig. 20); dabei begegnet sie zeitweise auch noch den durch das zentrale Röhrchen *g* herabfallenden Tropfen des den verdampften Teil ersetzenden Benzins, so dass doppelte Gelegenheit zur Karburierung gegeben ist. Die Anwärmung erfolgt von dem Hohlraum *b* aus.

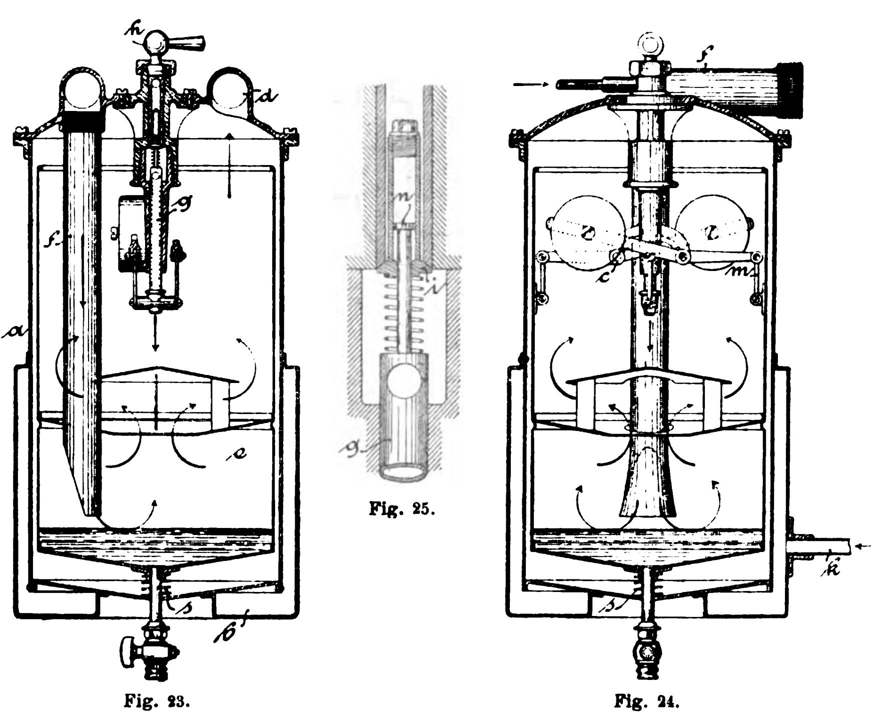


Fig. 23. Fig. 25. Fig. 24.

Karburator von Bergmann und Volmer.

Schliesslich soll hier noch der *Petréano*-Karburator Platz finden (Fig. 26), aus welchem das Bestreben ersichtlich wird, das Benzin auf eine möglichst grosse Fläche zu verteilen, und damit die Sättigung der Luft zu beschleunigen. Der in mehrere Kammern geteilte Verdampferraum ist an den in der Figur kenntlich gemachten Stellen mit Asbestgewebe *d* belegt, welches die oben durch eine nicht sichtbare Oeffnung anlangenden Benzintropfen aufsaugt und der von *a* aus im Zickzacklauf darüber streichenden Luft eine sehr grosse Oberfläche darbietet. Das Gemisch sammelt sich schliesslich in der nur von unten zugänglichen Kammer *b* und wird durch ein Rückschlagventil dem Cylinder zugeführt. Das zentrale Rohr *r* dient zur Anwärmung mittels der Abgase.

Streng genommen gehört der letztgenannte Verdampfer nicht mehr der ersten Gruppe unserer Einteilung an, bildet vielmehr, da die Luft in ihm nicht mehr mit einer grösseren Benzinmenge in Berührung kommt, bereits den Uebergang zur zweiten Gruppe. Indes hat er mit den vorhergehenden eine Eigentümlichkeit gemein, die sie sämtlich von der folgenden Klasse unterscheidet. Die schwerer flüchtigen Benzinbestandteile sammeln sich in allmählich grösser werdender Menge an und können schliesslich den Betrieb erschweren, wenngleich nicht vergessen werden soll, dass die stetige Erwärmung durch die Abgase, die in all den betrachteten Fällen vorgesehen ist, den erwähnten Uebelstand auf ein Minimum zurückzuführen im stande sein wird, eine Erwartung, die durch die Erfahrung bisher bestätigt wurde.

Nun sind aber eine Anzahl von Konstruktionen entstanden, welche diesen Mangel nicht besitzen, vielmehr es ermöglichen, das Benzin ohne Rücksicht auf geringe Unterschiede in seiner Verflüchtigungsfähigkeit zu verarbeiten. Diesen allen ist gemeinsam, dass sie die Flüssigkeit in ganz kleinen, dem jeweiligen Bedarf angemessenen Mengen in den Verdampfungsraum einführen und hier der beiströmenden Luft in fein verteiltem Zustand zur Sättigung darbieten. Es wird dabei nicht nur eine rapide Verdampfung erreicht, sondern auch das schwerer Flüchtige zum Verdampfen gezwungen, sobald die leichteren Dämpfe entfernt sind.

Unter den hierher gehörenden Konstruktionen ist vor allem der neue Phönix-Karburator der *Daimler-Motorengesellschaft* in Cannstatt zu nennen (Fig. 27)[2]). Der eigentliche Verdampferraum ist *O*, in der Mitte ausgefüllt durch einen schwammartig geformten, am Deckel angegossenen Körper *H* (französisch Champignon). Bei jedem Saughub entsteht über der feinen Mündung des Röhrchens *G* eine Luftverdünnung gegenüber dem im Schwimmergefäss *M* vorhandenen Atmosphärendruck, das Benzin strömt in dünnem Strahl nach oben, zerstäubt am Champignon und mischt sich gleichzeitig mit der von unten nachdringenden Luft; bei *L* sind regulierbare Oeffnungen für die nachträglich beizumengende Frischluft.

Das gleiche Prinzip benutzen die sämtlichen noch zu besprechenden Konstruktionen; insbesondere ist bei den Ausführungen Fig. 28, 31 und 32 der Champignon immer wieder angewendet, wenn auch in etwas veränderter Gestalt, so in Fig. 28 als Hohlkegel, in Fig. 32 als bewegter Rand eines Ventils, in Fig. 31 als Ringwulst, in allen drei Fällen mit Furchen zur Vergrösserung der Oberfläche versehen (und in der Figur mit *i* bezeichnet). In Fig. 29 und 30 ist der Zerstäubungskörper nicht zu finden, an seine Stelle treten die Verdampferwände selbst bezw. es ist durch die konische Form der Zerstäubungsdüse dafür gesorgt, dass sich der Benzinstaub sofort durch Wirbelung mit der Luft vereinigt. In Fig. 33 und 34 endlich ist der Champignon umgewandelt in eine mit feinem Drahtsieb umhüllte Laterne *i*, aus deren Innerem ein Teil der Luft herzugeführt wird.

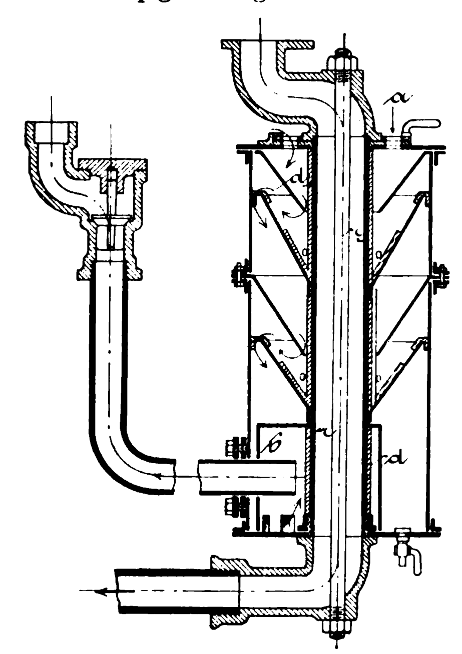


Fig. 26.

Petréano-Karburator.

Bereits bei Besprechung der Fig. 20 sowie 23 und 24 hat das Bestreben der Konstrukteure Erwähnung gefunden, durch plötzliche Richtungs- und Querschnittsänderung während und nach der Gemischbildung eine möglichst innige Vermengung von Luft und Benzindampf zu erzielen. Dem gleichen Zweck dienen die Schutzhaube *D* (Fig. 22), die

[2]) Vgl. auch *D. p. J.* 1899 **314** * 135 und * 136. Der ältere Verdampfer dieser Firma gehört zur ersten Gruppe; vgl. z. B. *G. Lieckfeld,* Die Petroleum- und Benzinmotoren, 1894 S. 51.

Scheidewände (Fig. 26), die eigenartige Form des Zerstäubungskörpers *i* (Fig. 28, 31 und 33), sowie in der letztgenannten Figur insbesondere noch die zweimalige Einschnürung der Verdampferwandung oberhalb und unterhalb des Benzinventils *i*.

Die Zuführung des Benzins in den Verdampferraum, welche bisher bei Verdunstungs- und Zerstäubungskarburatoren nur gestreift wurde, soll nun noch einer besonderen Besprechung unterzogen werden, da sie ein Mittel bietet, die einzelnen Konstruktionen gegenseitig zu vergleichen.

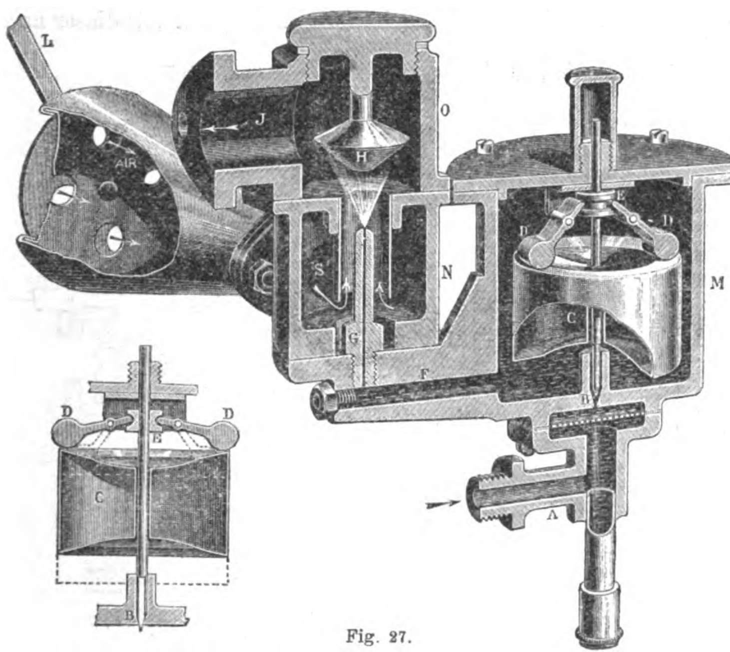


Fig. 27.

Phönix-Karburator der Daimler-Motorengesellschaft.

Bei den Verdampfern der ersten Gruppe hat man von der stetigen Benzinzufuhr, wie sie z. B. beim ältesten *Benz*-Karburator (Fig. 20) angewandt war, aus dem Grund Abstand genommen, weil dieselbe einer ständigen Ueberwachung bedarf, damit das Benzin nicht zu hoch steigt und schliesslich in die Saugleitung bezw. zu den Frischluftöffnungen gelangt, was Betriebsstörungen und Feuersgefahr verursachen könnte. Man füllt vielmehr entweder von Zeit zu Zeit eine bestimmte Menge aus dem Benzinreservoir nach, wobei ein Schwimmer (vgl. Fig. 1 und 22) die Kontrolle über den Stand der Flüssigkeit ermöglicht, oder man lässt das Benzin in kurzen Zeitintervallen mit automatischer Regelung nachfliessen, dadurch z. B., dass der Schwimmer beim Sinken ein Ventil öffnet, beim Steigen wieder schliesst; diese Einrichtung besitzt der *Benz*-Verdampfer in seiner neuesten Bauart.

Der Verdampfer von *Bergmann und Volmer* (Fig. 23 bis 25) benutzt dagegen nicht den Auftrieb, sondern das Gewicht der Flüssigkeit, um das Zuführungsventil zu bedienen. Zu diesem Zweck ist in den Verdampferkessel *a* der die Flüssigkeit aufnehmende Topf *e* vertikal beweglich so eingehängt, dass sein Gewicht mittels der Lenkstangen *m* und doppelarmiger, bei *c* gelagerter Hebel das Ventil *i* (Fig. 25) zu schliessen sucht. Durch Ausgleichgewichte an den anderen Hebelenden und eine unten angeordnete Spiralfeder *s* lässt sich erreichen, dass, nachdem das auf Schluss wirkende Gewicht durch Verdunstung eines Teils der Füllung abgenommen hat, der Topf sich hebt und damit die hohle Ventilstange nach unten zieht. Das Ventil *i* bleibt dabei durch die Feder noch so lange geschlossen, bis es durch den Anschlag *n* aufgestossen wird. Nunmehr tritt so lange durch den Regulierhahn *h* und die hohle Stange *g* Benzin in den Verdampfertopf, bis die Gewichtsvermehrung genügt, das Ventil wieder zu schliessen.

Dieser komplizierten Anordnung gegenüber verdient das einfache Schwimmerventil entschieden den Vorzug; beide aber besitzen einen gemeinsamen Nachteil, der den reinen Verdunstungskondensatoren prinzipiell anhaftet: durch die Erschütterungen bei der Fahrt und die Schwankungen der Flüssigkeit wird die Regulierung des Zuflusses stark beeinträchtigt werden. Zur Milderung dieses Uebelstandes hat man zu dem Mittel gegriffen, den von der Flüssigkeit eingenommenen Raum durch Scheidewände in kleine Zellen zu teilen, wie bei dem Verdampfer des Motordreirades der *Société Gladiator*[3]). Der *Petréano*-Verdampfer (Fig. 26) nimmt auch nach dieser Richtung eine Ausnahmestellung ein, da er keine eigentliche Füllung besitzt.

Bei den Verdampfern der zweiten Gruppe ist entweder die das Ausströmen des Benzins veranlassende Luftverdünnung auch direkt benutzt, um dasselbe in bestimmter Menge durch ein Ventil dem Verdampfer zuzuführen, oder es wird das Regelventil ähnlich wie bei den Verdunstungskarburatoren durch einen Schwimmer bedient.

Im letzteren Fall ist es für den regelrechten Verlauf des Zerstäubungsvorganges von grösster Bedeutung, dass der Flüssigkeitsstand in dem Röhrchen *G* (vgl. Fig. 27) immer der gleiche bleibt, also weder durch allmählichen Verbrauch des Benzins noch durch die Schwankungen des Wagens wesentlich beeinflusst wird. Beides wird durch die eigentümliche Einrichtung des Schwimmertopfes *M* vermieden, in den das Benzin aus dem Vorratsbehälter von unten her durch den Stutzen *A* und das etwaige Verunreinigungen abhaltende Sieb gelangt. Die Siebkammer wird nach oben durch ein Nadelventil *B* abgeschlossen, welches seinerseits mittels zweier doppelarmiger Hebel *D* durch deren Uebergewicht angehoben wird, wenn der Schwimmer infolge Abnahme der Füllung zu sinken beginnt; dabei sind bedeutendere Schwankungen infolge der ausserordentlichen Beschränkung des Flüssigkeitsspiegels ausgeschlossen.

Das Gleiche gilt in derselben Weise für die Konstruktionen von *Mors* (Fig. 28) und *A. Bollée* (Fig. 29), nur dass hier der Benzinzufluss oben angeordnet ist, so dass das Ventil in einfachster Weise direkt mit dem Schwimmer verbunden werden kann. Die Konstruktionen Fig. 30 bis 33 dagegen bewirken, wie bereits erwähnt, die Zuführung der Flüssigkeit direkt durch die während der Saugperiode des Motors im Verdampferraum entstehende Luftverdünnung, indem die dabei auftretende Druckdifferenz benutzt wird, um ein oder mehrere Ventile zu bewegen.

Die einfachste Anordnung zeigt der Autokarburator von *J. Huzelstein* (Fig. 30). Das von oben zugeführte Benzin gelangt zur Zerstäubungsdüse, welche durch ein

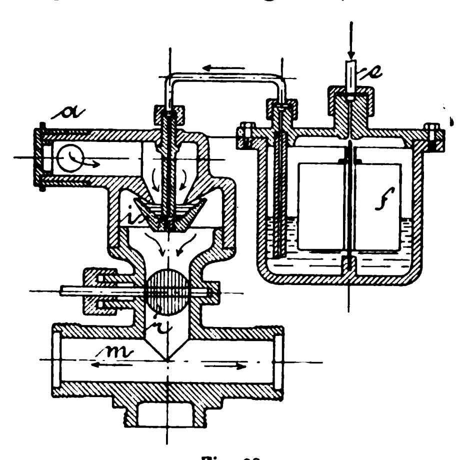


Fig. 28.

Karburator von Mors.

Nadelventil unter der Einwirkung einer Feder verschlossen ist. Beim Ansaugen wird die auf der Nadel befestigte Kolbenscheibe durch den Druckunterschied gesenkt und öffnet das Ventil, gleichzeitig auch um ihren Umfang herum den Verdampferraum *i* mit dem Saugrohr *a* in Verbindung setzend.

Bei dem Karburator von *Gautier-Wehrlé* (Fig. 31) tritt das Benzin durch *e* seitlich ein und steigt durch Rohr *c* und seine Bohrungen bis in den Ringraum *d*. Beim Ansaugen durch *a* senkt sich das Ventil *b*, zunächst durch *n*

[3]) *D. p. J.* 1899 **311** * 156.

Luft einlassend, bis die Oeffnungen *e* vor den Hohlraum *d* treten, wodurch die Flüssigkeit in feinen Strahlen gegen den Zerstäubungskörper *i* geworfen wird. Der Federdruck lässt sich durch eine Schraube regulieren.

Der Karburator-Distributeur *Henriod* (Fig. 32) besitzt als Eigentümlichkeit zwei ineinander gesteckte und relativ zu einander bewegliche Ventile. Das Benzinventil *i* verschliesst den ringförmigen, vom Reservoir durch die hinten gelegene Oeffnung *c* mit Benzin gespeisten Hohlraum *f* so lange, bis es durch das Mischventil *a* bei dessen Bewegung während des Saughubes mittels des Stiftes *d* aufgestossen wird. Beide Ventile werden durch regulierbare Federn geschlossen, auch *d* ist nachstellbar.

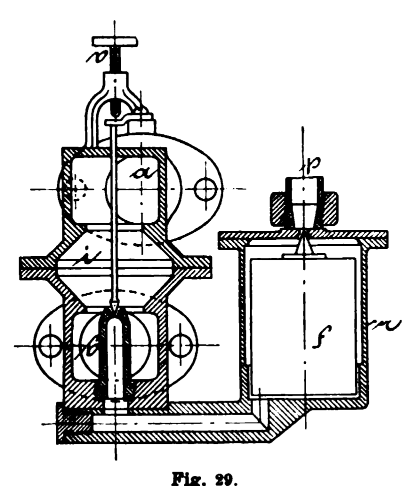


Fig. 29.
Karburator von Bollée.

Der Verdampfer von *Lepape* (Fig. 33) endlich bedient sich einer kleinen, durch Vermittelung des Saugdrucks bethätigten Pumpe. Der von *i* bis *g* reichende Verdampferraum besteht aus einem unteren festen Teil und einer oberen, kolbenartig beweglichen Kappe *g*. Der feste Teil trägt mittels eines Querstückes konzentrisch zur Achse die Pumpe *a b c*. Die Wirkungsweise ist folgende: Solange sich *g* infolge des Federdruckes in seiner höchsten Stellung befindet, ist das Ventil *b* ein wenig geöffnet und hält den Pumpencylinder *c* durch *m* her mit Benzin gefüllt. Während des Saughubs senkt sich *g*, öffnet Ventil *a*, schliesst *b* und drückt gleichzeitig, Ventil *a* mit seiner Stange als Kolben benutzend, eine gewisse Menge der Flüssigkeit aus *c* hinaus. Diese fliesst über den gerundeten Pumpenkopf nach unten und tropft von dem unteren Ansatz auf das die Laterne *i* umgebende Sieb, so der durch *k* und *d* eintretenden Luft eine grosse Verdampfungsoberfläche darbietend.

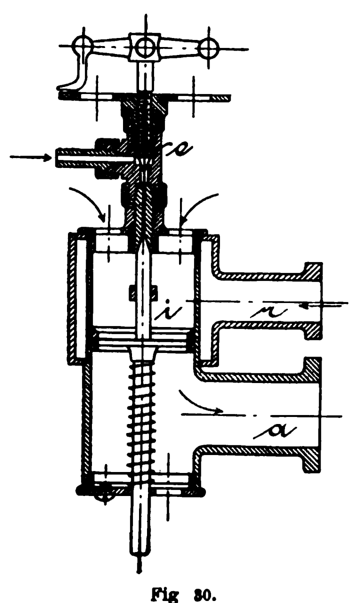


Fig 30.
Autokarburator von Huzelstein.

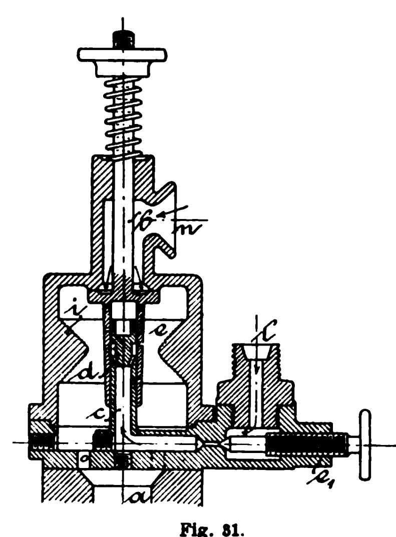


Fig. 31.
Karburator von Gautier-Wehrlé.

Eine ganz abweichende Stellung, also eine Gruppe für sich nimmt der Karburator-Distributeur von *Gobron* und *Brillié* ein (Fig. 34). Das Prinzip dieser Konstruktion besteht darin, die Zufuhr des Benzins von allen Zufälligkeiten, wie Erschütterungen, Undichtigkeiten oder Aenderungen des Saugdruckes, unabhängig zu machen, indem man die Verteilung der Flüssigkeit auf rein mechanischem Wege bewerkstelligt. Dies geschieht durch einen kegelförmigen, rundherum mit kleinen Vertiefungen versehenen Verteilungshahn *a*, welcher durch eine vom Motor betriebene Klinkvorrichtung ruckweise so gedreht wird, dass für jeden Saughub eine neue Vertiefung vor die Oeffnung *b* tritt. Jede Vertiefung fasst gerade die für die günstigste Leistung des Motors erforderliche Menge von Benzin, welches oben durch *c* zugeführt wird, und stellt in ihrer richtigen Lage vor *b* gleichzeitig die Kommunikation dieses Raumes mit dem Luftkanal *d* her. Beim Ansaugen reisst die durch *d* zuströmende Luft das Benzin durch *b* auf das Sieb *i*, woselbst es sich mit der durch *f* eintretenden Frischluft mengt, um mit dieser nach den Explosionskammern der beiden Cylinder fortgeführt zu werden. Dieses System soll gute Resultate ergeben haben, erscheint aber mit seiner noch durch Reguliervorrichtungen komplizierten Konstruktion jedenfalls für Laienhände nicht geeignet, im Gegensatz zu den einfachen Formen der Karburatoren *Benz, Daimler, Bollée* in erster Linie.

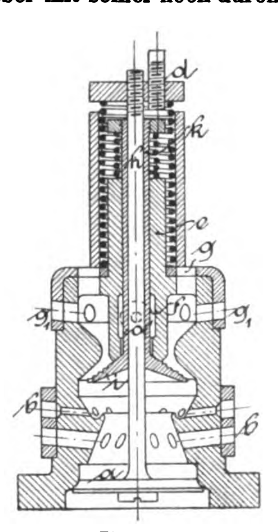


Fig. 32.
Karburator-Distributeur Henriod.

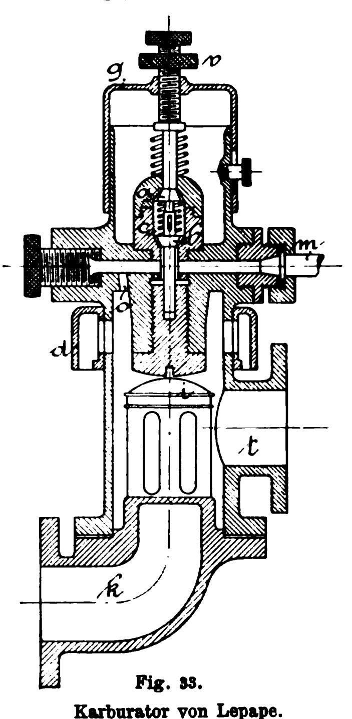


Fig. 33.
Karburator von Lepape.

Im Anschluss an diese Zuführungsvorrichtungen sei auf eine ebenso interessante wie praktische Anordnung hingewiesen, mit welcher die Firma *Daimler-Motorengesellschaft* in Cannstatt ihre Wagen und Boote ausstattet und die erlaubt, das Benzinreservoir fern vom Motor und tiefer, als der Verdampfer liegt, unterzubringen.

Von den in der Hauptsache durch *r* und *s* (Fig. 35) entweichenden Abgasen wird ein kleiner Teil neben dem Cylinderkopf bei *a* abgefangen und einem Gefäss mit den beiden Ventilen *b* und *c* zugeführt. Da die Abgase beim Entweichen aus dem Cylinder noch einen bestimmten Ueberdruck besitzen, so steigt auch der Druck über *c* entsprechend an und verbreitet sich durch das abwärts führende Rohr bis in das Benzinreservoir *e*. Von der tiefsten Stelle dieses Behälters führt ein zweites Rohr nach aufwärts zum Verteilungsstück *f* und verzweigt sich hier einerseits nach dem Glührohrbrenner *i*, andererseits nach dem von oben bekannten Schwimmergefäss *g* (bezw. *G* Fig. 27). Es wird demnach das Benzin durch den Druck der Abgase bis in das Schwimmergefäss gehoben und dort, wie bereits besprochen, auf nahezu konstantes Niveau reguliert.

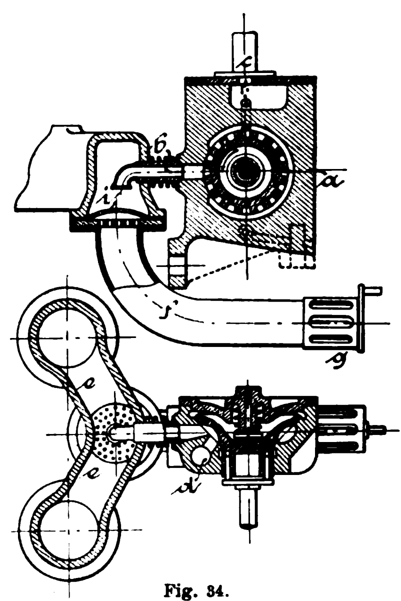


Fig. 34.
Karburator-Distributeur von Gobron und Brillié.

Bei zu grosser Pressung entweicht der Gasüberschuss durch das Sicherheitsventil *b*, während das Rückschlagventil *c* die Absperrung gegen die Auspuffleitung besorgt. Beim Abstellen des Motors lässt man durch den Hahn *d* den Druck vollständig entweichen, um ein nachträgliches Ausströmen von Benzin insbesondere aus dem Brenner *i* zu vermeiden; beim Anlassen erzeugt man zunächst von

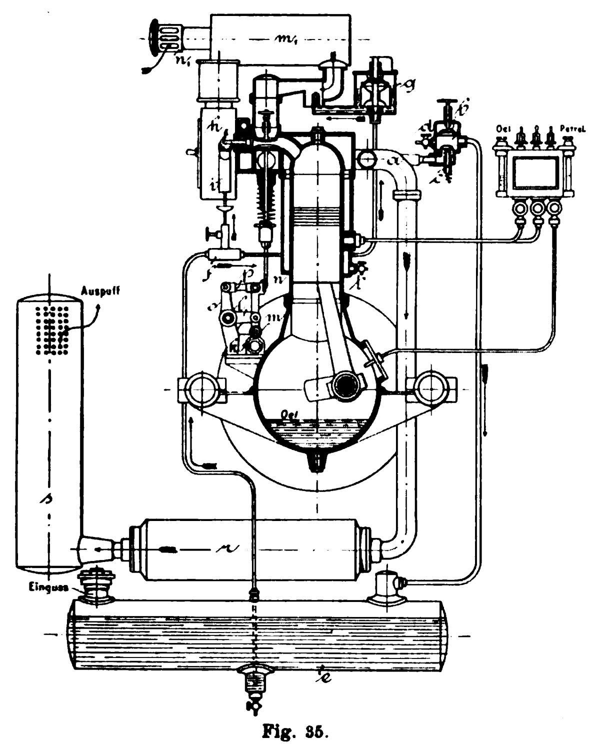


Fig. 35.
Benzinzuführung durch den Ueberdruck der Abgase, System Daimler.

Hand mittels einer kleinen Luftpumpe die erforderliche Pressung.

Diese Anordnung, obwohl eine gewisse Komplikation in sich schliessend, bietet eine Sicherung gegen die Gefahren, welche bei hochgestelltem Benzinreservoir durch eine Beschädigung der Rohrleitungen entstehen können. Sobald der Ueberdruck ausgeglichen, hört das Ausfliessen des Benzins von selbst auf. Andererseits hat man den Vorteil, bei der Anordnung des ziemlich voluminösen Behälters nicht an eine bestimmte Stelle in der Nähe von Motor und Heizflamme gebunden zu sein.

Bei Motorbooten, welche bei einem Brande ihre Insassen besonders gefährden, kann die Verlegung des Reservoirs in das vom Motor am weitesten entfernte Ende des Fahrzeugs zu einer Konzessionsbedingung erhoben werden.

Mit Bezug auf die Fig. 1 und 21 bis 34 muss noch auf gewisse Reguliervorrichtungen hingewiesen werden, welche das Zubehör der Verdampfer bilden. Sämtliche Konstruktionen besitzen Luftregulierschieber (z. B. *R* Fig. 1, *l* Fig. 21, *L* Fig. 27, *b* und *g* Fig. 32, *d* Fig. 33, *g* Fig. 34), mittels deren nicht nur die Menge der zur Gemischbildung verwendeten Luft verändert, sondern auch bei den Zerstäubungskarburatoren der das Benzin bezw. die Ventile bewegende Druckunterschied in weiten Grenzen geregelt werden kann; ein teilweises Verschliessen beispielsweise der Luftöffnungen durch den Ringschieber *d* (Fig. 33), hat zur Folge, dass sich die Luftverdünnung stärker nach oben fortpflanzt, die Kappe *g* sich tiefer senkt und mehr Benzin auf das Verdampfersieb drückt.

Eine zweite Art von Regelorganen ist durch *h* Fig. 23, *e* Fig. 30, *e* Fig. 31 dargestellt, nämlich Hähne bezw. Nadelventile, welche den Flüssigkeitszufluss durch Drosselung so beherrschen, dass sie ein bestimmtes Maximum für jeden Saughub festlegen, übrigens auch beim Abstellen als Absperrorgane benutzt werden können.

Dem gleichen Zweck dient das Nadelventil des *Bollée*-Verdampfers (Fig. 29), und auch der Phönix-Karburator wird neuerdings so ausgeführt, dass, wie in Fig. 29, auf die oben herausgeführte Ventilstange eine durch Schraube regulierbare Feder gepresst werden kann (siehe das Schwimmergefäss *g* Fig. 35).

Schliesslich ist noch zu erwähnen, dass auch bei den Zerstäubungskarburatoren die Anwärmung des Gemisches zum Ausgleich von Schwankungen der Temperatur und Luftfeuchtigkeit vorteilhaft erscheint. Bei *Daimler* wird zu diesem Zweck das Hauptluftrohr *m* mit dem Regulierschieber *n* über das Brennergehäuse verlegt (Fig. 35), also die Luft vorgewärmt. In Fig. 30 zirkulieren die Abgase durch das Rohr *r* um die Verdampfungskammer und erwärmen das fertige Gemisch; auch in Fig. 33 wird die von unten zugeführte Luft auf nicht näher bezeichnete Weise vorgewärmt. (Fortsetzung folgt.)

Kleinere Mitteilungen.

Moderne elektrische Lokomotiven.

In der letzten Sitzung des Vereins deutscher Maschineningenieure hielt Regierungsbauführer ***Tischbein*** von der ***Allgemeinen Elektrizitätsgesellschaft*** einen Vortrag über: Moderne elektrische Lokomotiven.

Die günstigen Erfahrungen, welche die Einführung der Elektrizität als motorische Kraft bei den Strassenbahnen zeitigte, führten bald auf den Gedanken, auch dem Eisenbahnbetriebe die Elektrizität nutzbar zu machen. Bei den Eisenbahnen liegen jedoch die Verhältnisse wesentlich anders als bei den Strassenbahnen; es ist dies eine Folge des Umstandes, dass die Eisenbahnen einen wesentlichen Teil ihrer Aufgabe in der Beförderung von Gütern finden. Die Verschiedenheit der hierzu verwandten Fahrzeuge, sowie die wesentlich beschränkte Beaufsichtigung lassen es als unthunlich erscheinen, an eine durchgängige Einführung von Motorwagen für den Transport von Gütern zu denken. Hieraus folgt aber, dass man bei den Eisenbahnen auf das der Dampflokomotive entsprechende Organ zur Fortbewegung, auf die elektrisch bethätigte Lokomotive zurückgreifen musste. Die elektrischen Lokomotiven können unterschieden werden in solche für Normal- und solche für Schmalspur. Dann aber kann man sie auch unterscheiden in solche, die ihren gesamten Strom aus einer den Schienenweg begleitenden Zuleitung entnehmen, ferner in solche mit Akkumulatorenbetrieb und endlich in solche mit gemischtem Betrieb.

Es scheint, als ob für normalspurige Bahnen diese letztere Type besonders in Aufnahme kommt.

Der Vortragende kam schliesslich zu folgendem Ergebnis: Zum Betriebe elektrischer Lokomotiven auf Vollbahngeleisen wird man die oberirdische Stromzuführung dann wählen, wenn es sich um einen häufigen Verkehr über längere oder kürzere Strecken handelt. Liegt die Aufgabe der Lokomotive hauptsächlich in der Erledigung des Rangierdienstes, und hat man es mit vielen Geleiskreuzungen und Weichen auf verhältnismässig kleinem Raume zu thun, so empfiehlt es sich, zur Erhöhung der Bewegungsfähigkeit der Lokomotive und zur Vereinfachung der Anlage der Oberleitung neben der Stromzuführung aus dieser auch noch eine Stromentnahme aus einer mitgeführten Akkumulatorenbatterie zu gestatten. Ist schliesslich der Verkehr auf der zu durchfahrenden Strecke ein geringer, und die Strecke selbst eine lange, und ist eine elektrische Zentrale mit überschüssiger Kraft vorhanden, oder zum mindesten eine Naturkraft zum Betriebe des Generators für den Ladestrom verfügbar, dann wird man zur Wahl einer Akkumulatorenlokomotive gelangen.

Ein wirtschaftlicher Vergleich zwischen der Dampflokomotive und der elektrischen Lokomotive fällt durchaus zu Gunsten der letzteren aus. Zunächst sprechen für die elektrische Lokomotive die Ersparnisse bei der Beschaffung der Lokomotive; hierzu kommen dann noch wesentliche Ersparnisse bei den Beschaffungs- und den Unterhaltungskosten des Oberbaues der Bahn. Diese drei Ersparnisse wiegen schon an sich reichlich die Kosten für

die elektrische Oberleitung auf. Es kommt ausserdem noch in Betracht, dass die elektrische Lokomotive nur einen Bedienungsmann erfordert, und dass der Bau von Wasserstationen, Pumpen, Feuer- und Reinigungsgruben in Fortfall kommt. Schliesslich ist der elektrische Betrieb um deswillen wirtschaftlicher, weil er kontinuierlicher verläuft, als der Dampfbetrieb.

Bücherschau.

Zum Wesen der Erfindung. Von *Ewald Rasch*, Oberingenieur am Bayerischen Gewerbemuseum in Nürnberg. Sammlung gemeinverständlicher wissenschaftlicher Vorträge, herausgegeben von *Rud. Virchow*. Neue Folge. Heft 324. Hamburg 1899. Verlagsanstalt und Druckerei A.-G. (vorm. J. F. Richter). Preis 80 M.

Verfasser behandelt in dem knappen Rahmen eines am Bayerischen Gewerbemuseum im Winsersemester 1897/98 gehaltenen Vortrags die Grundgesetze, die sich aus der Mechanik der Erfinderthätigkeit herausschälen lassen und gibt einige selbständige Gesichtspunkte bei Zergliederung dieser für das Industrierecht und die Propädeutik der Erfindung bedeutsamen Materie. Verfasser schlägt eine Realdefinition der Schöpfung, des genus proximum der Erfindung, vor und sieht den Wesensunterschied (differentia specifica) zwischen Künstler-, Entdecker- und Erfinderthätigkeit lediglich in dem Effekt dieses im letzten Grunde kombinatorischen Schaffens. Der technische Fortschritt finde seine Begründung durch eine stete Differenzierung der Aufgabe und Lösungsmittel — ein biologisches Prinzip, das, wie neuerdings *Hertwig* hervorhebt, auch auf soziale Probleme anwendbar ist.

Zuschrift an die Redaktion.

(Unter Verantwortlichkeit des Einsenders.)

Etwas verspätet las ich im 3. Hefte des 314. Bandes vom 21. Oktober 1899 eine Bemerkung des Herrn *W. Müller*-Cannstatt (in dessen Artikel über die Turbinia), nach welcher die Tagespresse Notizen bringe, dass ein Ingenieur *Trossin* in Hamburg Patente für eine Bleiturbine erhalten habe; Zeitungsberichten nach hätte ich mich über diese Erfindung günstig geäussert. Gestatten Sie mir, hierzu eine kurze Berichtigung einzusenden.

Ich habe — aus ähnlichen Gründen, wie sie Herr *Müller*-Cannstatt erwähnt — dem Erfinder (der seine Ideen übrigens schon vor mehreren Jahren ausgearbeitet hatte) seiner Zeit erklärt, dass die *theoretische* Grundlage seines Projektes, vom rein mechanischen Standpunkte aus, zwar keinen logischen Fehler erkennen lasse, dass aber eine nach diesem Projekte erbaute Turbine *praktisch* absolut unbrauchbar sein würde. Eine Maschine, in welcher dauernd geschmolzenes Blei als Arbeitsüberträger thätig sein solle, müsse in allen wesentlichen Teilen stets eine so hohe Temperatur haben, dass niemals irgendwo Blei bis zum Erstarrungspunkte abgekühlt werden könne. Da die Schmelztemperatur dieses Metalles bei etwa 330° liegt, so müssen alle Wege des Metalles, die Ventile, Schaufelräder u. s. w. dauernd auf mindestens 350 bis 400° gehalten werden und da dies nur möglich ist, wenn die Maschine dauernd von aussen erhitzt wird, so wird die Aussentemperatur noch viel höher sein müssen, d. h. *die Maschine wird in Rotglut arbeiten müssen*. Dass es kein Material gibt, welchem man dies dauernd zumuten kann, braucht kaum erwähnt zu werden. Selbstverständlich würden bei einer solchen Maschine die unvermeidlichen Arbeitsverluste durch Wärmeabgabe nach aussen hin sehr gross sein; die Bedienung der Turbine wäre nicht nur der enormen Hitze wegen, sondern auch, weil der Raum stets von Bleidämpfen angefüllt sein würde, eine fast unmögliche. Auch der Ersatz des Bleies durch Quecksilber würde kaum möglich sein; die Notwendigkeit der Erhitzung der Maschine fiele zwar fort, aber das Quecksilber würde — abgesehen von seiner Neigung mit Fetten, Oelen u. dgl. zu verschmieren — natürlich die Temperatur des Betriebsdampfes, d. h. 150 oder 200°, annehmen. Bei diesen Temperaturen beträgt die Spannung des Quecksilberdampfes bereits etwa 4 bezw. 20 mm, d. h. der Turbinenraum würde — trotz aller etwaigen Abschlussvorrichtungen u. dgl. — mit grossen Mengen Quecksilberdampf gefüllt sein, der für jeden Menschen tödlich wirken würde. Die Erfindung des Herrn *Trossin* ist daher, wie mir scheint, praktisch völlig wertlos.

Mit vorzüglichster Hochachtung

Dr. *A. Voller*, Professor.

Hamburg, den 19. Dezember 1899.

Eingesandt.

Für die Laufbahn als *Eisenbahnbetriebsingenieur* bei Maschinen- oder Werkstätteninspektionen, sowie als maschinentechnischer *Eisenbahnsekretär* dürfen nur solche Bewerber angenommen werden, welche die Berechtigung zum einjährig-freiwilligen Militärdienst erworben, sowie mindestens 2 Jahre in einem Maschinenbauhandwerk oder in einer Eisenbahnhauptwerkstätte praktisch und mit gutem Erfolge gearbeitet haben, welche ferner das Reifezeugnis einer anerkannten *Preussischen Höheren Maschinenbauschule* besitzen. Bei der Annahme für den *Werkmeisterdienst* sind diejenigen Bewerber vorzugsweise zu berücksichtigen, welche neben der vorgeschriebenen handwerksmässigen Ausbildung und praktischen Beschäftigung in Werkstätten das Reifezeugnis der anerkannten *Preussischen Maschinenbauschulen* besitzen. Zu diesen in Preussen anerkannten Lehranstalten gehören auch die *Königlichen Vereinigten Maschinenbauschulen zu Dortmund*, die häuptsächlich die Ausbildung von Maschinen- und Elektrotechnikern, sowie von Betriebsbeamten für die Privatindustrie bezwecken. Betreffs des Beginns ihrer neuen Lehrkurse im Frühjahr 1900 verweisen wir auf die Anzeige in der heutigen Nummer.

Auskunftei der Redaktion.

Dexellehren haben keineswegs die Bestimmung — etwa wie die *Spurerweiterungs-* oder wie die *Ueberhöhungslehren* — lediglich beim Kurvenlegen benutzt zu werden, sondern dienen im allgemeinen dazu, die genau gleichmässige Herstellung der geneigten Auflageflächen an den hölzernen Querschwellen des Eisenbahnoberbaues für die Schienenfüsse oder Schienenunterlagsplatten zu ermöglichen. Die Lehre gibt die Neigung an, welche das mittels der Dexel oder der Hobelmaschine herzustellende Auflager besitzen soll, damit der Schienenstrang gegen das Geleismittel die entsprechende Stellung erhält. Diese geneigte Lage der Schiene hat zuförderst die seitlich wirkenden Kräfte, welche beim Passieren der Fahrzeuge ausgeübt werden, aufzuheben bezw. dem Umkippen der Schiene entgegen zu wirken, anderenfalls hat sie den Zweck, eine bessere Uebereinstimmung der Schienengleitfläche mit der konischen Lauffläche der Räder zu vermitteln.

Es gibt zweierlei Dexellehren; solche für Schwellen *ohne* und *mit* Unterlagsplatten. Diese beiden Formen und Abmessungen sind, abgesehen von geringen Abweichungen, allgemein verbreitet. Zu bemerken bleibt, dass von beiden vorgedachten Lehrengattungen auch solche erzeugt werden, bei denen die Plattenneigung durch irgend eine Stellschraubenanordnung sich innerhalb bestimmter Grenzen *regulieren* lässt. Derartige regulierbare Dexellehren sind jedoch selten begehrt.

Eine das ganze Gebiet des Vereins deutscher Eisenbahnverwaltungen umfassende Vereinbarung für eine *Normal-Dexellehre* gibt es nicht, doch wird die Neigung stets nur zwischen 1 : 20 bis 1 : 16 angenommen, Verhältnisse, die nur empirisch gewählt worden sind, obwohl es allerdings nicht an Versuchen gefehlt hat, theoretische Feststellungen zu gewinnen. Letztere bleiben übrigens für alle Fälle ungenau, weil die massgebenden Faktoren, nämlich der Raddruck bei den verschiedenen Fahrzeugen und die Fahrgeschwindigkeit der Züge niemals dieselben bleiben. Der Neigungswinkel würde sonach für jeden Zug und fast für jedes einzelne Fahrzeug ein anderer sein sollen. Neuester Zeit hat sich namentlich der Gebrauch des Verhältnisses 1 : 20 sehr verallgemeint.

In der Regel besitzt jede einzelne Eisenbahnverwaltung *ihre* festgesetzte Normal-Dexellehre und kann diesfalls näheres auch nur seitens dieser Verwaltungen erhalten werden. Die von der Bahnbehörde getroffenen Festsetzungen beschränken sich übrigens in der Regel nur auf die Plattendistanz, ihre Dimensionierung und Neigung; aussergewöhnlichermassen wohl auch auf die Regulierbarkeit der Platten und die Grenzen für die Regulierung. Hinsichtlich der leichten zweckmässigen, dauerhaften und handlichen Ausführung ist jedoch dem Lieferanten stets freie Hand gelassen.

Seitdem die Verwendung von Unterlagsplatten sich mehrt, welche keilförmigen Querschnitt haben, und sonach die Notwendigkeit des schiefen Dexelns der Schwellen ersparen, ist das Bedürfnis nach Dexellehren im gleichen Masse geringer geworden bezw. im Abnehmen begriffen.

Speziallitteratur über Dexeln, Dexellehren, Dexelmaschinen findet sich u. a. in den Jahrgängen 1862, 1871, 1879, 1880, 1887 des *Organs für die Fortschritte des Eisenbahnwesens*.

Arnold Bergsträsser Verlagsbuchhandlung (A. Kröner) Stuttgart.

Druck der Union Deutsche Verlagsgesellschaft ebendaselbst.



DINGLERS
POLYTECHNISCHES JOURNAL.

81. Jahrg., Bd. 315, Heft 4. Stuttgart, 27. Januar 1900.

Jährlich 52 Hefte in Quart. **Abonnementspreis** vierteljährlich 6 M., direkt franko unter Kreuzband für Deutschland und Oesterreich 6 M. 65 Pf., für das Ausland 7 M. 30 Pf. Redaktionelle Sendungen und Mitteilungen bittet man zu richten: An die Redaktion von „Dinglers Polytechn. Journal" in Stuttgart, die Expedition betreffende Schreiben an Arnold Bergsträsser Verlagsbuchhandlung (A. Kröner) Stuttgart.



Der Norddeutsche Lloyd und sein Doppelschraubenschnelldampfer „Kaiser Wilhelm der Grosse".

(Fortsetzung von S. 39 d. Bd.)

Die beiden Kolbenschieber des Mitteldruckcylinders sind mittels eines Querbalkens an einem T-förmigen Glitscher befestigt, welchen die Exzenterstangen in einer von dem Schieberkasten herabhängenden Führung auf und nieder bewegen, wie aus Fig. 34 bis 36 ersichtlich.

Die Dampfkolben sind von Gussstahl und so angeordnet, dass sie in der oberen Stellung 10 mm, in der unteren 20 mm Spielraum für den Dampfeintritt zulassen. Hoch- und Mitteldruckcylinder haben *Ramsbottom*'s, die beiden Niederdruckcylinder *Buckley*'s Kolbenringe. Der Kolben des Mitteldruckcylinders, sowie derjenige des vorderen Niederdruckcylinders sind zwecks Ausgleichung der beweglichen Massen entsprechend schwerer gehalten (Fig. 33).

Die durchgehenden stählernen Kolbenstangen haben nach oben 190 mm Führungsdurchmesser, während die eigentlichen Stangen 250 mm Durchmesser haben; in den unteren Stopfbüchsen kommt Weissmetallpackung, in den oberen Führungsbüchsen *Lindsay*'s Packung zur Verwendung. Wie im Kolben selbst, so sind die Kolbenstangen auch im Kreuzkopf durch Kegelansatz und Mutter befestigt.

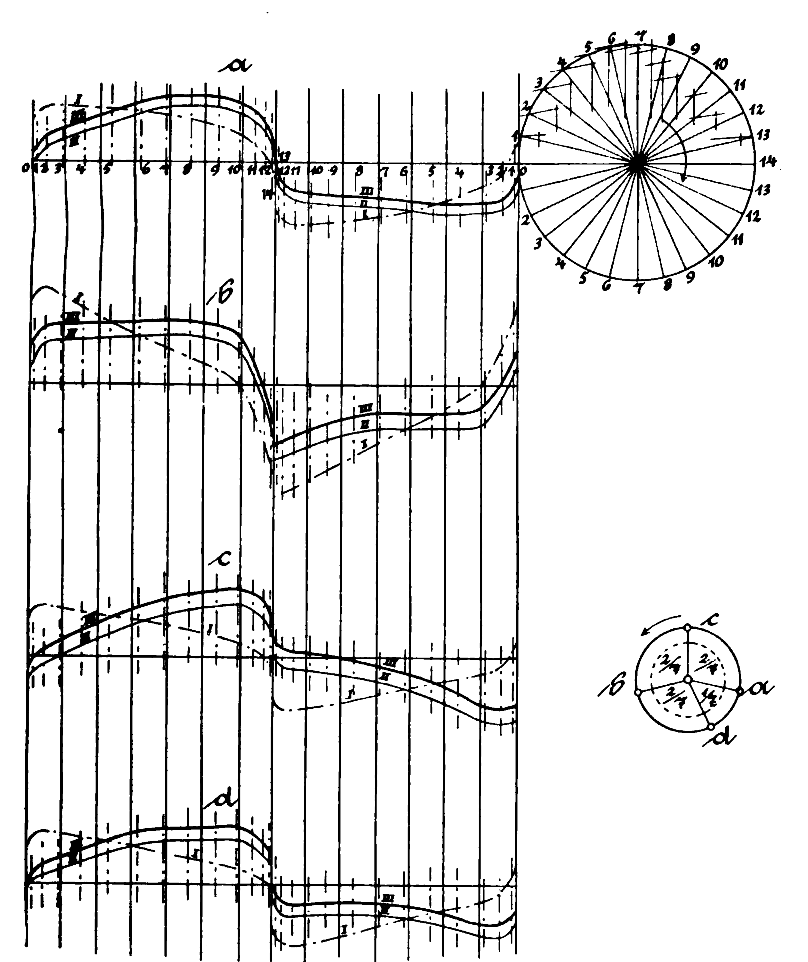
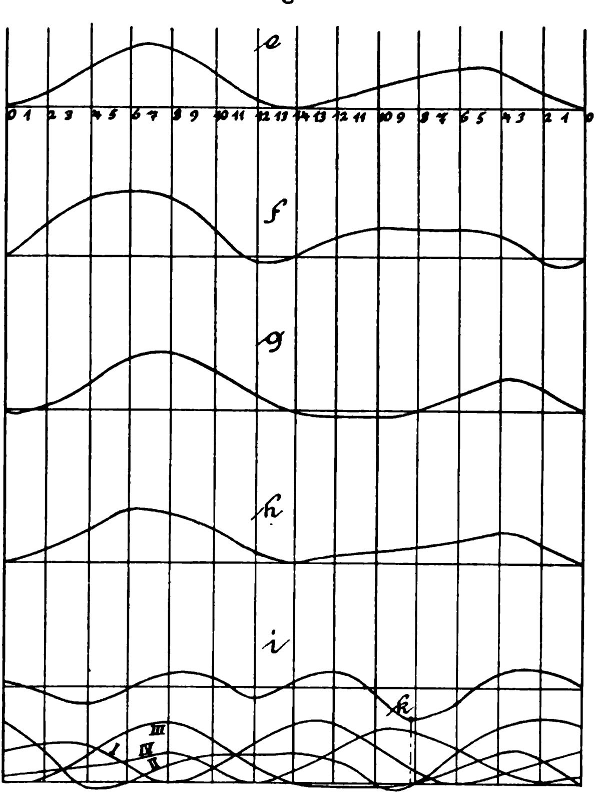


Fig. 44.



Abgewickelter Kurbelkreis.

Fig. 45.

Die Kreuzköpfe haben entsprechend der Abstützung vier gusseiserne, mit Weissmetall ausgegossene Schuhe, die in vier Führungen gleiten. Die Pleuelstangen sind 3500 mm lang — entsprechend einem Verhältnis von Pleuelstange zum Hub = 2 : 1 —, dabei haben dieselben oben 240 mm Durchmesser, unten dagegen 300 mm.

Wie die Fig. 42 und 43 zeigen, ist die Ausgleichung der Gewichte in ausgezeichneter Weise gelungen, da I die Mittelkraft aller Trägheitskräfte = 0 wird, und II die Summe der Momente dieser Kräfte in jeder Stellung der Kurbeln ebenfalls = 0 wird.

Gleichheit der Ordinaten für jeden Winkel in der positiven und negativen Arbeit zeigt, dass keine Kraft unausgeglichen blieb und dadurch im stande wäre, die Maschine auf und nieder zu bewegen.

In Fig. 43 zeigen die unregelmässigen Linien die Summe der Momente, die sich ebenfalls gegeneinander aufheben und die damit bezeugen, dass alle Kräfte ausgeglichen sind, die im stande wären, Erschütterungen zu verursachen;

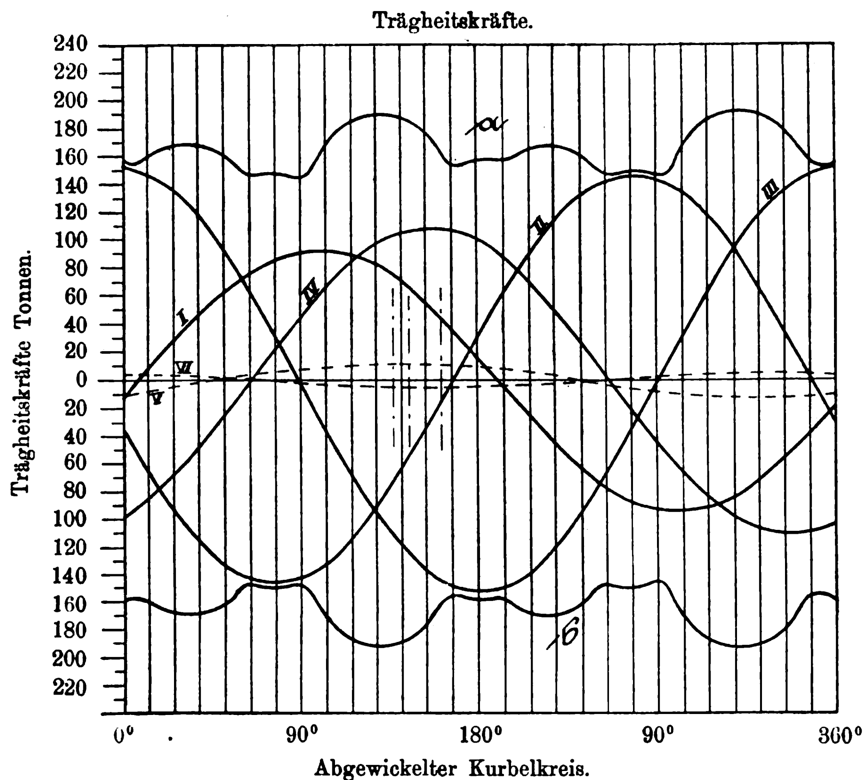
Fig. 33. Fig. 34. Fig. 35. Fig. 36. Fig. 37. Fig. 38. Fig. 39. Fig. 40. Fig. 41.

Cylinderschnitte und Einzelteile der Hauptdampfmaschine.

In Fig. 42 sind die Kurven für die Beschleunigungsdrücke in auf- und abgehender Richtung für alle bewegichen Teile eingezeichnet, ebenso die Summenkurven. Die

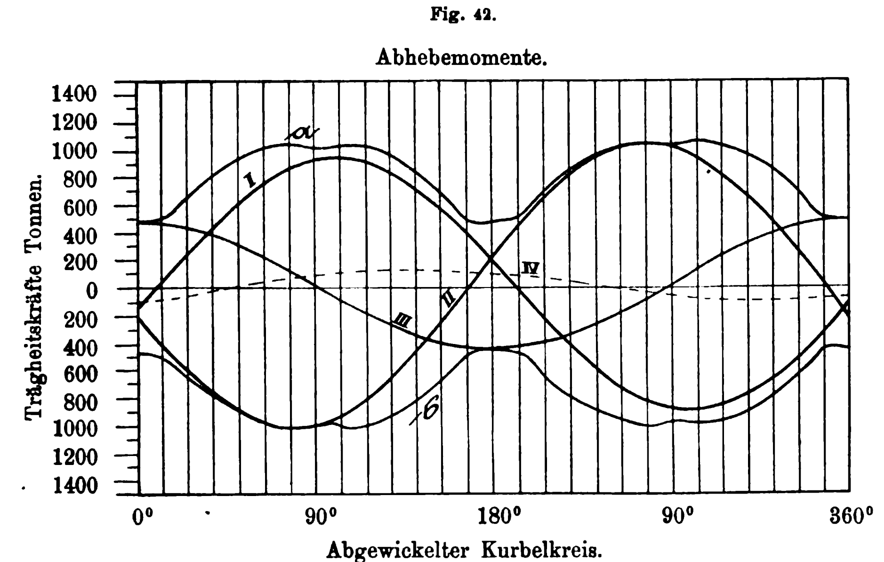
ausgenommen bleiben freilich diejenigen, welche durch die beschränkte Länge der Kurbelstange bedungen sind, die man aber als unvermeidbar und dazu nahezu unbemerkbar in Kauf zu nehmen hat.

Die Kurbelwelle ist von Nickelstahl, 600 mm im Durchmesser, mit einer Durchbohrung von 240 mm. Für die Kurbelzapfen sind Gussstahllagerschalen vorgesehen, während die Hauptlager der Welle solche in Gusseisen erhielten, alle Lagerschalen sind mit Weissmetall ausgegossen.



I Hochdruckcylinder. *II* Mitteldruckcylinder. *III* Vorderer Niederdruckcylinder. *IV* Hinterer Niederdruckcylinder. *V* Schieberresultante in Ebene des Hochdruckcylinders. *VI* Schieberresultante in Ebene des hinteren Niederdruckcylinders. *a* Positive, *b* negative Resultante.

Fig. 42.



I Hochdruckcylinder. *II* Mitteldruckcylinder. *III* Vorderer Niederdruckcylinder. *a* Positive, *b* negative Resultante.

Fig. 43.

Die Länge ist zwischen 875 mm bis zu 585 mm voneinander abweichend.

Die Grundplatten sind von Gusseisen und haben eine Stärke von 32 mm, während die vier Säulen unter jedem Cylinder in Gussstahl hergestellt sind.

Diese Anordnung der Stützen soll jetzt beim *„Vulkan"* an allen Maschinen mit grossen Cylindern der besseren Abstützung halber beibehalten werden; die Kriegsmarine verlangt Gussstahlgrundplatten mit je zwei Gussstahlsäulen von **I**-Form mit einer Führungsplatte zwischen sich auf der hinteren Seite und zwei hohlen runden Stahlsäulen auf der vorderen Seite, wobei von der gebräuchlichen Anordnung des Kondensators in den hinteren Stützen Abstand genommen ist, derselbe wird vielmehr ganz in Kupfer und in getrennter Anordnung ausgeführt.

Die Prüfung des Gussstahls ergab eine Festigkeit von 48 bis 55 kg/qmm bei 18 % Dehnung auf einen 198 mm langen Probestab.

Die vier Kurbeln, von welchen jede für sich hergestellt ist, so dass also die Gesamtkurbelwelle aus vier Teilen zusammengeflanscht ist, wiegen 83000 kg, und sei noch erwähnt, dass die beiden Endkurbeln — also die des Hochdruckcylinders, sowie diejenige des hinteren Niederdruckcylinders — mit Ausgleichgewichten versehen sind.

Wir geben in Fig. 44 und 45 die Verdrehungsmomente jeder der vier Kurbeln auf die Schraubenwelle, deren Grösse mit dem Umdrehungswinkel steigt und fällt.

Das Verdrehungsmoment jeder einzelnen Kurbel setzt sich zusammen aus:

1. Dem Dampfdruck auf den Kolben — abzüglich des Gegendruckes in der jedesmaligen Arbeitsrichtung und Winkelstellung, entnommen aus einer Reihe von Indikatorablesungen — Kurve *I*.

2. Dem Beschleunigungs- bezw. Verzögerungsdruck der beweglichen Massen, deren Einfluss die Kurve *II* — Dampfdruck + Beschleunigungs- bezw. Verzögerungsdruck der beweglichen Massen — ergibt.

3. Dem Beschleunigungs- bezw. Verzögerungsdruck der Schwerkraft in den beweglichen Massen, deren Grösse, der Kurve *II* hinzugefügt oder von derselben abgezogen, schliesslich die Kurve *III* — wirklicher Dampfdruck + Beschleunigungs- bezw. Verzögerungsdruck der beweglichen Massen + Beschleunigungs- bezw. Verzögerungsdruck der Schwerkraft in den beweglichen Massen in senkrechter Richtung — ergibt.

Aus dieser Kurve *III* ergibt sich jetzt die Kurve der Verdrehungsmomente jeder Kurbel, und die Verbindung aller vier Kurven der einzelnen Kurbeln unter Berücksichtigung ihrer Stellung im Kurbelkreis gibt uns dann die auf den Wellenstrang ausgeübten Gesamtverdrehungsmomente.

Unter Zugrundlegung des aus der indizierten Leistung der Maschine (14690 PS) berechneten mittleren Verdrehungsmoments von 18500000 kg/cm ergibt sich das Höchstmoment um 1,19mal grösser als das berechnete mittlere Moment, das Mindestmoment um 1,5mal kleiner als letzteres.

Bisher galt bei 3 und 4 Kurbelmaschinen als Regel: Höchstmoment um 1,3 bis 1,5mal grösser als berechnetes mittleres Moment. Mindestmoment etwa die Hälfte des Höchstmoments.

Der Drucklagerstrang ist 5000 mm lang und hat 570 mm Durchmesser. Die neun Druckringe haben eine Gesamtdruckfläche von 32000 qcm. Die Ringe sind hohl und haben eine Metallstärke von 25 mm. Das Drucklager selbst ist unmittelbar auf die für diesen Zweck verlängerte Grundplatte befestigt.

Die eigentlichen Wellenstränge (Fig. 46) haben ebenfalls 570 mm Durchmesser und sind mit 240 mm durchbohrt. Die Gesamtlänge beträgt auf Steuerbord 59780 mm, auf Backbord 60680 mm. Es ist also ein Längenunterschied von 900 mm vorhanden, um welchen der Backbordstrang über den Steuerbordstrang hinausragt. Die Einzellängen in den Wellensträngen betragen je 6630 mm. Die eigentlichen Schraubenwellen haben 14300 mm Länge auf Steuerbord und 15200 mm auf Backbord — je in einer



Länge — bei 600 mm Durchmesser; die Durchbohrung beginnt mit 230 mm am vorderen Ende und verjüngt sich

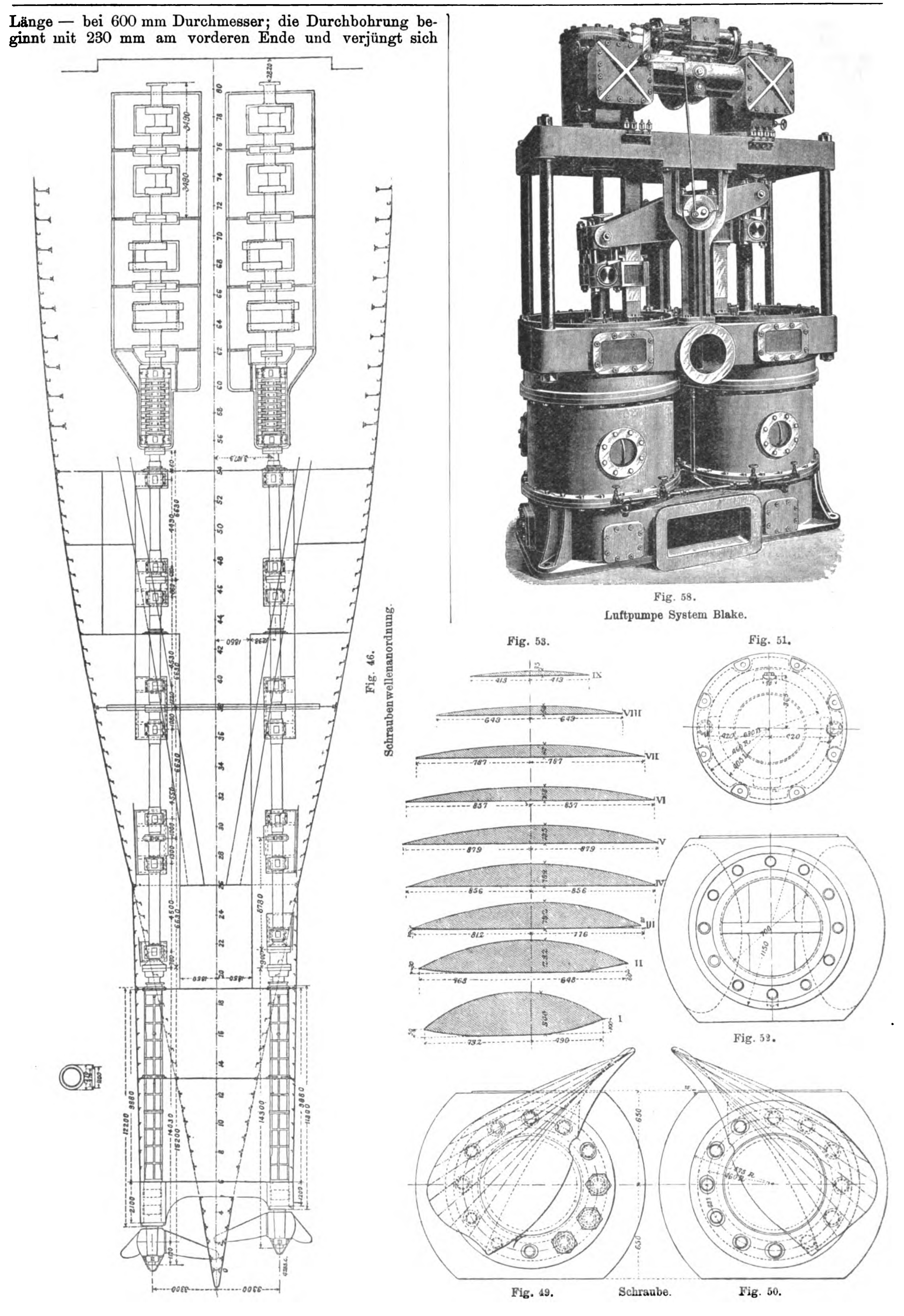


Fig. 46. Schraubenwellenanordnung.

Fig. 58. Luftpumpe System Blake.

Fig. 53.

Fig. 51.

Fig. 52.

Fig. 49. Schraube. Fig. 50.

in Absätzen von etwa 2000 mm auf 100 mm am äussersten Ende.

Die Entfernung der Wellenmitten am äussersten Ende beträgt je 3300 aus Mitte Schiff, während dieselbe am hinteren Ende des Drucklagers im Maschinenraum 3107,3 mm beträgt.

Die beiden Schrauben haben je drei Flügel mit 6800 mm Durchmesser über den Enden (Fig. 47 bis 53); bei einer Entfernung von 6600 mm von Mitte zu Mitte Schraube greifen dieselben also 200 mm übereinander weg. Die Steigung beträgt 1 m, die Oberfläche beider Schrauben zusammen 22,7 qm.

Die Schraubennaben sind von Gussstahl, die Flügel aus Vulkanbronze, deren Mischung in Kupfer und Zink mit etwas Zusatz von Aluminium und Zinn besteht und deren Probestücke eine Festigkeit von 42 bis 46 kg/qmm bei einer Dehnung von 20 bis 25 % an dem 198 mm langen Probestab aufwiesen.

Das Schiff ist derart um die Schraubenwellen herum ausgebaut, dass dieselben bis an die Tragböcke, welche am Hintersteven befestigt sind (Fig. 54 und 55), vollständig zugänglich im Inneren des Schiffes liegen.

Fig. 47. Fig. 48.

Schraube.

Von den Hilfsmaschinen, welche mit den Hauptmaschinen in Verbindung stehen, verdient in erster Linie *Brown*'s Umsteuermaschine, welche mit dem Aspinall-Regulator verbunden ist, Erwähnung.

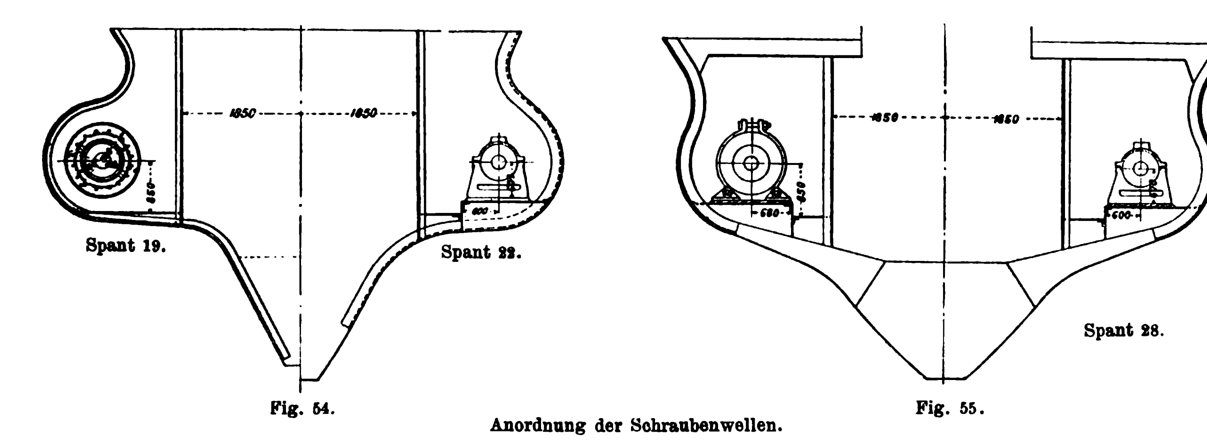


Fig. 54. Fig. 55.

Anordnung der Schraubenwellen.

Der Luftpumpenbetrieb ist vollständig von der Arbeit der Hauptmaschine getrennt, eine Anordnung, die in Amerika schon seit langem eingeführt ist, und sind Luftpumpen nach *Blake*'s System zur Anwendung gekommen — je eine für jede Maschinenseite —, dieselben haben je zwei doppelt wirkende Dampfcylinder von 460 mm Durchmesser



und je zwei einfach wirkende Luftpumpencylinder von 1120 mm Durchmesser. Bei einer Prüfung dieser Pumpen in den Werkstätten der *Blake-Gesellschaft* in East Cambridge, Massachusetts, sollen dieselben, obgleich ohne Verankerung auf den Fussboden gesetzt, bei 75 Doppelhüben in der Minute so ruhig gearbeitet haben, wie mit nur einem Doppelhub; wir geben eine Abbildung dieser Pumpen in Fig. 56 und 57, sowie in Fig. 58.

Der Querbalken, welcher mit den Kolbenstangen der Pumpen fest verbunden ist, treibt von einer exzentrisch an ihn angehängten Kurbelstange aus den Schieber eines horizontalen Dampfcylinders, welcher zwischen den Hauptdampfcylindern liegt. Dieser so betriebene Kolben treibt bis 74 abgebildet. Die Gesamtanordnung ist aus Fig. 75 bis 78 ersichtlich. Der Körper ist aus Kupfer hergestellt. Die Rohrwände haben eine Stärke von 25 mm und hat jeder Kondensator 5530 Metallrohre von 20 mm innerem Durchmesser und 5000 mm Länge zwischen den Rohrwänden, so dass die Gesamtkühlfläche eines Kondensators 1650 qm beträgt. Da die Kondensatoren unterhalb der Ladewasserlinie liegen, so sind die Ausgussrohre mit besonderen Abschlussventilen versehen.

Die *Wasserumlaufpumpen* — ebenfalls in Fig. 79 bis 81 zur Darstellung gebracht —, haben eine Verbundmaschine von 280 mm und 500 mm Cylinderdurchmesser bei 300 mm Hub. Jedoch kann auch zum Niederdruck-

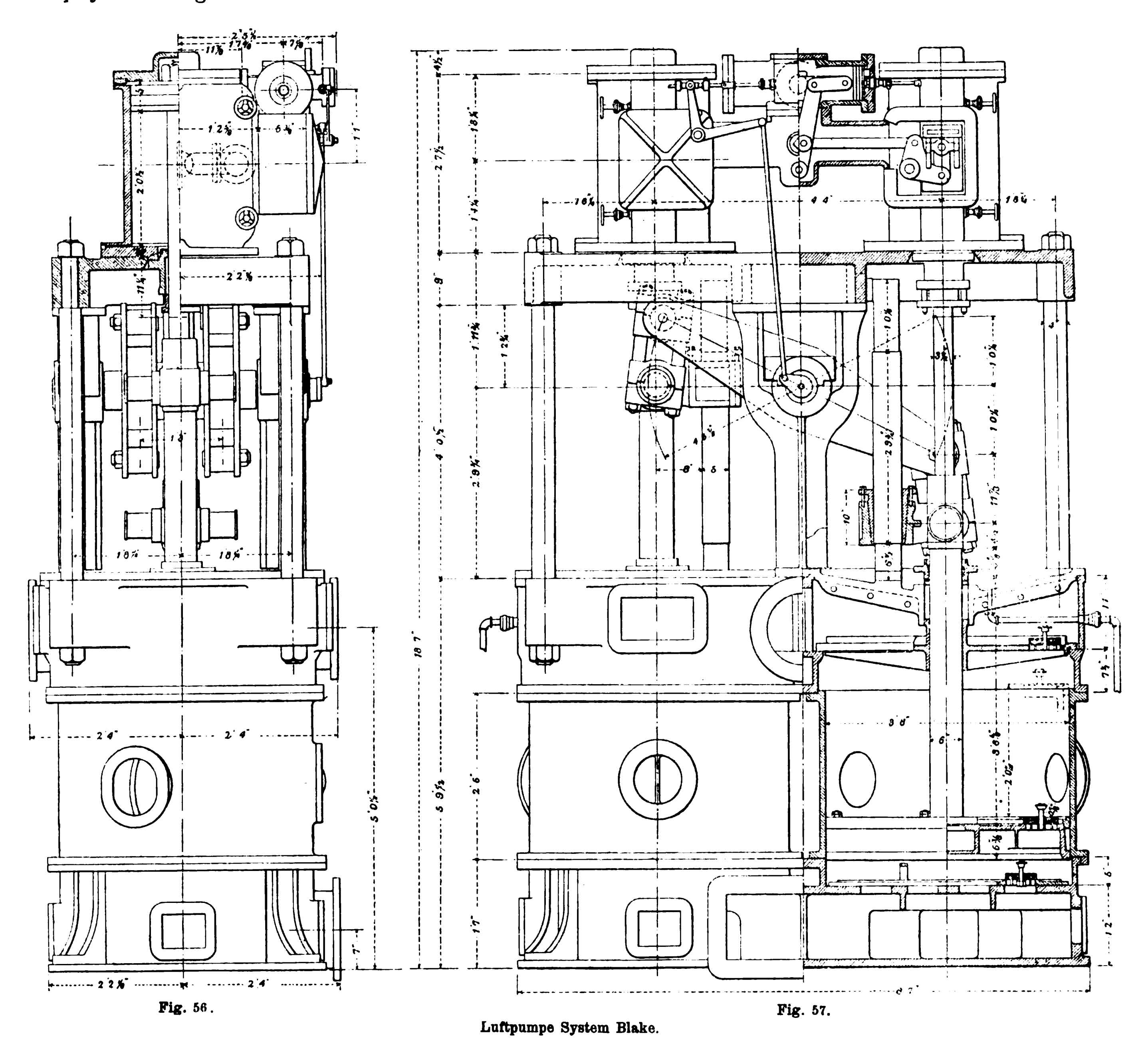


Fig. 56. Fig. 57.

Luftpumpe System Blake.

mittels einer Reihe im Inneren angeordneter Hebel die Schieber der beiden Hauptcylinder.

Die Stellringe an der Schieberstange dieser *Reguliermaschine* dienen dazu, den vollen Hub unter jeder Geschwindigkeit einzuhalten, während in geeigneter Weise angeordnete Spindelventile die Verteilung der Arbeit regulieren und ein Festsetzen der Grundschieber verhindern. Diese Anordnung unterscheidet sich von dem sogen. Duplex-System, bei welchem eine Pumpmaschine die Dampfschieber der nebenliegenden betreibt, sie arbeitet aber regelmässiger und wirkungsvoller.

Der Kondensator, dem diese Pumpanlage Luft und Wasser entnimmt und in den bei Beschreibung der Kesselanlage erwähnten Heisswasserbehälter treibt, ist in Fig. 59 cylinder Frischdampf gelassen werden. Die beiden Kreisel haben 1200 mm äusseren Durchmesser. Die Pumpen sind für eine Stundenleistung von 800 t gebaut.

Eine kleine Dampfmaschine mit der nötigen Vorrichtung, um die Hauptmaschinen samt Wellen zu drehen, ist für jede Maschinengruppe vorgesehen und in Fig. 82 und 83 dargestellt.

Jede Maschine hat zwei Cylinder von 200 mm Durchmesser bei 200 mm Hub; die Dampfverteilung bewirken zwei Kolbenschieber und ein auf der Kurbelwelle sitzendes Exzenter, sie können vor- und rückwärts laufen und bewirken in 13 Minuten eine Umdrehung der Hauptmaschine, indem sie mit etwa 300 Umdrehungen in der Minute auf ein Schneckenrad wirken. (Schluss folgt.)

Fig. 61. Fig. 62. Fig. 74. Fig. 73. Fig. 72.

Fig. 59. Fig. 65. Fig. 60. Fig. 71.

Fig. 63. Fig. 64. Fig. 68. Fig. 66. Fig. 67. Fig. 69. Fig. 70.

Oberflächenkondensator.

Fig. 75.

B.B.

Spant 72.

Fig. 76.

St.B.

Spant 83.

B.B.

Spant 54.

Fig. 77.

Schnitt A.B.

Fig. 78.

Anordnung der Kondensation.

Die Lührig'schen jüngsten Gasmotorwagen für Strassenbahnen.

Das *Lührig*'sche System von Gasmotorenwagen für Strassenbahnen[1]) ist in seiner ersten Anordnung in Croydon (England) durchgeführt worden, wo jedoch nur kleine Wagen in Verwendung standen, deren Motor kaum 7 PS zu leisten im stande war. Die späteren Bahnen gleicher Betriebsform begehrten bereits, um nennenswerteren Anforderungen gerecht werden zu können, grössere Wagen mit stärkeren Motoren und erhielten solche von 10 PS. Aber auch diese Erhöhung erwies sich mit Rücksicht auf die allerseits wachsenden Ansprüche an die Verkehrsmittel verhältnismässig bald als unzureichend, weshalb es geboten erschien, bei den weiteren Einrichtungen zu noch leistungsfähigeren Maschinen überzugehen. In diesem Sinne begann man 1897 Wagen zu erbauen, welche Sitzplätze für 52 Passagiere enthalten, und deren Motor 14 PS besitzt. Etwa je zwanzig solche Wagen stehen gegenwärtig auf den Tramwaylinien der *Blaakpool-Saint Anne and Lytham-Comp.* und auf der Trafford Park-Strassenbahn in Manchester im Betriebe.

Die Hauptteile eines solchen Wagens sind durch die Abbildungen Fig. 1 bis 3 veranschaulicht, wovon die beiden ersten Aufriss und Grundriss der maschinellen Einrichtung des Motorwagens und Fig. 3 den diesfälligen Querschnitt, sowie gleichzeitig auch Teile des Wagens ersehen lassen, welche seine allgemeine Anordnung und die Anbringung der Sitzplätze kennzeichnen.

Zuförderst zeigt sich, dass die Gasmaschine E mit zwei Cylindern C und C_1 arbeitet, welche in einer und derselben Achse symmetrisch rechts und links von der Schwungradkurbel liegen, an deren Knie die beiden Kolbenstangen in gewöhnlicher Weise mittels Pleuelköpfen an-

[1]) Vgl. *Revue industrielle* vom 5. Mai 1894 und vom 14. Oktober 1899.



geschlossen sind. Von der Schwungradachse *X*, die in der Minute 260 Umdrehungen macht, wird die Kraft durch zwei direkt ineinander greifende, festsitzende Zahnräder *2* und *3* (Fig. 1 und 2) auf eine neben der Maschine horizontal gelagerte Hauptwelle *Y* übertragen. Auf dieser letztgenannten Achse befinden sich zwei mit Friktionseinrückungen versehene Triebe *4* und *6* (Fig. 2 und 3), von denen, je nachdem am ersten oder am zweiten die Kuppemöge der beliebig einschaltbaren Triebe *4* und *6* ist es also möglich, dem übrigen Vorgelege grössere oder geringere Geschwindigkeiten zu erteilen oder auch, nämlich durch Abschalten beider Triebe, die mechanische Verbindung zwischen Wagenräder und Maschine vollständig zu unterbrechen. Behufs Erzielung der geringeren, namentlich bei Bergfahrten angewendeten Fahrgeschwindigkeit wird vom Wagenlenker die Einrückung *V V* des Triebes *4*,

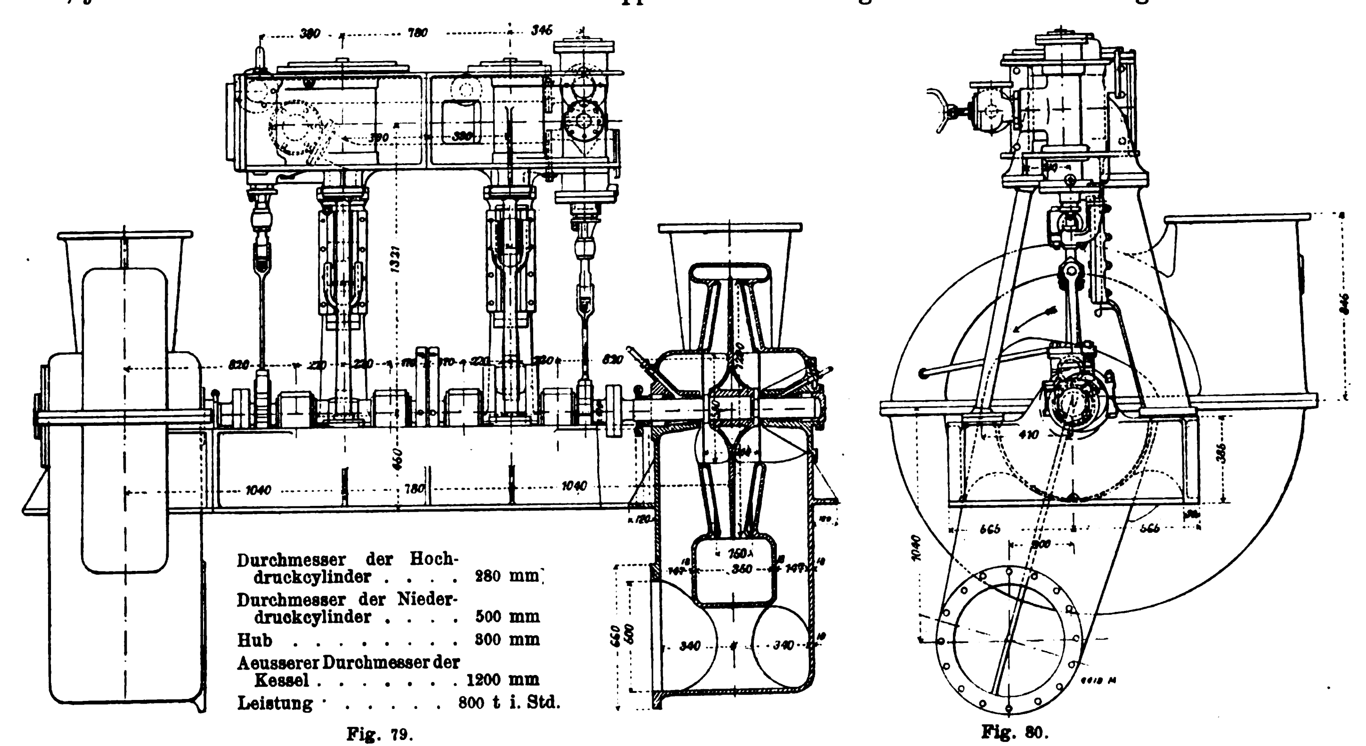


Fig. 79. Fig. 80.

Umlaufpumpe des Doppelschraubenschnelldampfers „Kaiser Wilhelm der Grosse".

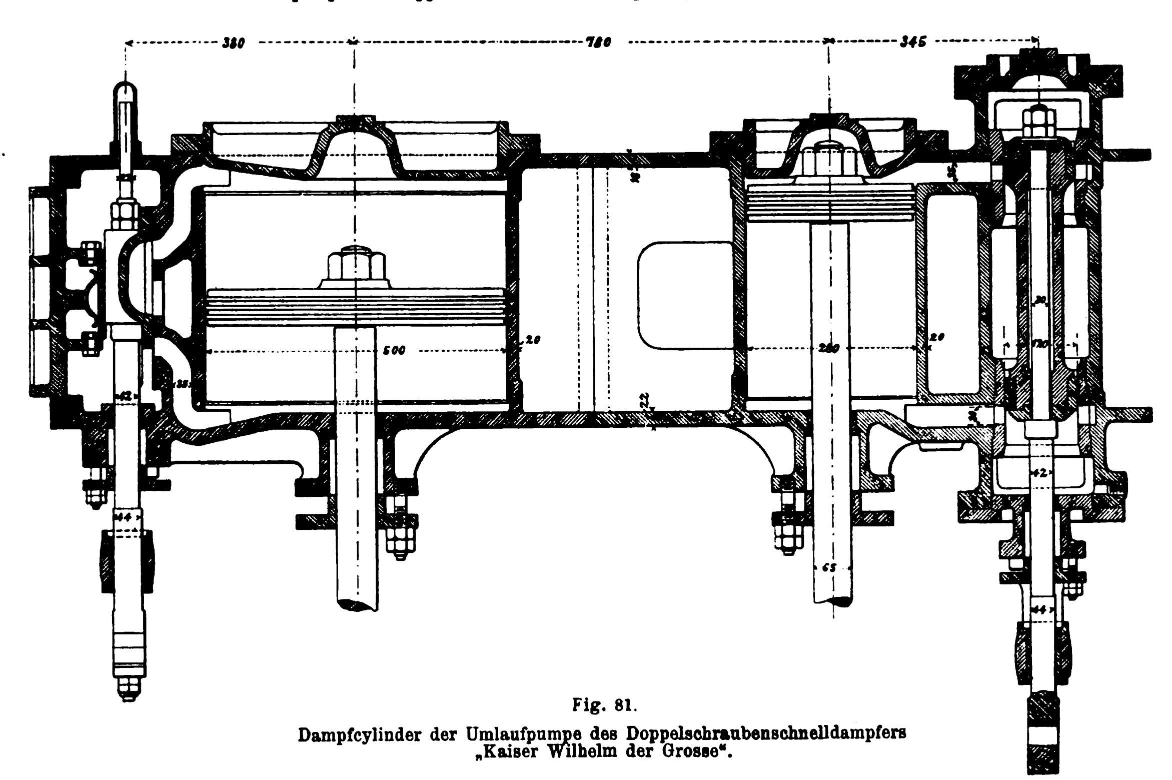


Fig. 81.

Dampfcylinder der Umlaufpumpe des Doppelschraubenschnelldampfers „Kaiser Wilhelm der Grosse".

lung vollzogen ist, der Antrieb durch Vermittelung des mit grösserem Halbmesser ausgeführten Zahnrades *5* oder durch das kleinere Zahnrad *7* auf eine Zwischenwelle *U* übertragen wird. Ein drittes, gleichfalls auf *U* festsitzendes Zahnrad *8* treibt endlich durch Eingriff in das Zahnrad *9* eine zweite Zwischenwelle *Z* an, welche die auf diesem Wege erhaltene Bewegung schliesslich mittels zweier *Galle*scher Transmissionsketten *11* und *12* (Fig. 1 und 3) auf die beiden Radachsen des Motorwagens fortpflanzt. Vermöge — zur Erzielung eines schnelleren Ganges hingegen die Einrückung *D D* des Triebes *6* zu bethätigen sein, während beim Anhalten des Wagens stets beide Einrückungen zu lüften sind. Zur Bewerkstelligung der verschiedenen Kuppelungen dient dem Wagenlenker ein auf den beiden Plattformen des Fahrzeuges nach Art der bei elektrischen Motorwagen verwendeten Kontroller angebrachter Kurbelständer, welcher durch Anziehen oder Nachlassen der bezüglichen, in Röhren verlegten Gestänge *17* bezw. *18* die

Hebelwerke und die Friktionseinrückungen *19*, $V\,V$ bezw. *20*, $D\,D$ in Wirksamkeit setzt. Wird die Kurbel verkehrt gedreht, so erfolgt fürs erste die Lösung der beiden eben genannten Triebkuppelungen und dafür tritt bei genügender Kurbeldrehung eine dritte Kuppelung, nämlich eine Sperrkegeleinrückung H (Fig. 2) in Wirksamkeit, die gleichfalls auf der Achse Y sitzt und hier ein Trieb fixiert, das nunmehr in ein auf der Achse Z festgekeiltes Zahnrad *10* eingreift. Auf diese Weise erhält die Welle Z mit Umgehung der ersten Zwischenwelle U, welche inzwischen leer lauft, in entgegengesetzter Richtung ihren Antrieb und der Wagen fährt demgemäss nach rückwärts. Es bleibt diesbezüglich aber beizufügen, dass diese Reversionseinrichtung vorwiegend die Bestimmung hat, nur das Anhalten zu erleichtern und zu beschleunigen oder bei Verschiebungen dienstzuleisten oder auch auf kurzen Nebenlinien für die Rückfahrten in Verwendung genommen zu werden, wogegen im allgemeinen die Wagen auf Geleiseanlagen laufen, die in sich selbst zurückkehren oder auf Kehrweichen gewendet werden.

Von jedem Wagenende aus kann der Wagenführer mit Hilfe einer Spindelschraube, welche die Ketten *14* bezw. *15* auf- oder abwickelt, die auf je einen Spurkranz wirkenden Backenbremsen B und B_1 bethätigen oder lüften. Geschieht das Bremsen mit der Kette *14*, so zieht dieselbe ein aus den Hebeln $T\,N\,K$ und den Zugstangen O und M bestehendes System nach rechts, in welcher Richtung nun auch der an L_1 bei R_1 befestigte Arm K den Bremsbacken B_1 gegen den Spurkranz des Vorderrades drückt, während gleichzeitig durch den zweiten Arm von T die an L bei R angelenkte Stange *16* nach rückwärts geschoben und somit B an den Spurkranz des rückwärtigen Rades gepresst wird. Beim Lüften der Bremsspindel, d. i. beim Nachlassen der Kette *14*, kehrt das gesamte Hebel- und Stangensystem der beiden Bremsbacken vermöge des Zuges der kräftigen Feder *13* (Fig. 2) wieder in die geöffnete Lage zurück. Würde auf dem anderen Wagenende durch Aufwickelung der Kette *15* gebremst, dann ziehen die Hebel Q und Q_1 die an R bei L angelenkte, bis zu dem an der anderen Wagenseite angebrachten Hebel T reichende, steife Zugstange *16* (Fig. 1 und 2) nach links und es vollzieht sich sonach die Bremsung beider Räder genau wie früher. Dasselbe gilt ersichtlichermassen auch hinsichtlich des Lösens der Bremse.

Die Maschine selbst ist zur Gänze unter der einen Sitzreihe des Wagens eingebaut und das Schwungrad F (Fig. 3) hat seinen Platz in einem hinter der Sitzlehne eigens ausgesparten schmalen Hohlraume. Von einem Sauger A (Fig. 2) und dem Rohre P wird der Cylinder C und in gleicher Weise von dem Sauger A_1 und der Röhre P_1 der Cylinder C_1 mit der nötigen Luft gespeist. Ein besonderer Regulator für jeden der beiden Cylinder regelt den weiteren Zutritt und die Pression des Gasgemisches und gestattet hinsichtlich seiner Einstellung ziemlich weite Grenzen, wodurch es möglich wird, mit verschiedenen Geschwindigkeiten zu arbeiten. Diese beiden Regulatoren sind ähnlich angeordnet wie die bei den Waggongasbeleuchtungsanlagen häufig angewendeten bekannten Apparate, welche hinsichtlich des zugeleiteten Gases beständig denjenigen Druck genau aufrecht halten, für welchen sie eingestellt sind, ganz unbeeinflusst von dem Gasdrucke in den Vorratsbehältern. Die verbrannten Gase entweichen durch den unteren Teil der Cylinder in die Tilgungsgefässe (Amortisseurs) S und S_1. Die Vorräte an Betriebsgas sind in drei Behältern aufgespeichert, von welchen der grösste G_1 (Fig. 1 und 3) die ganze Länge des Wagens einnimmt und in ähnlicher Art unter der zweiten Sitzreihe geborgen ist, wie auf der anderen Seite die Gasmaschine. Die beiden anderen Behälter G_2 und G_3 (Fig. 1 und 2) sind quer im Wagengestelle unter dem Fussboden angebracht. Das Füllen dieser drei Behälter geschieht mit Hilfe eines biegsamen Anschlussschlauches unter einem Drucke von 10 at innerhalb eines Zeitraumes von ungefähr einer Minute. Behufs Abkühlung der beiden Gasmaschinencylinder sind dieselben von Schlangenröhren umgeben, in welchen Wasser zirkuliert, das von einem am Wagendache angebrachten Behälter eintritt und wieder dahin zurückkehrt. Dieses Kühlwasser wird nach jeder zurückgelegten Fahrt von ungefähr 20 km im Sommer und ungefähr 50 km im Winter abgelassen und durch frisches ersetzt.

Wenn die geschilderten, mit 52 Sitzplätzen versehenen Wagen vollbelastet verkehren, stellt sich im Mittel der Nettobedarf an Betriebsgas pro Wagenkilometer auf 528 l; hierzu kommt noch das äquivalente Erfordernis von etwa 30 l der in der Füllstation befindlichen Kompressionsmaschine zuzurechnen, wonach sich der Gesamtbedarf annäherungsweise mit 600 l Gas pro Wagenkilometer beziffert. Die Betriebskosten pro Wagenkilometer stellen sich nach den neuesten für die Linie von Blackpool ausgeführten Berechnungen wie folgt:

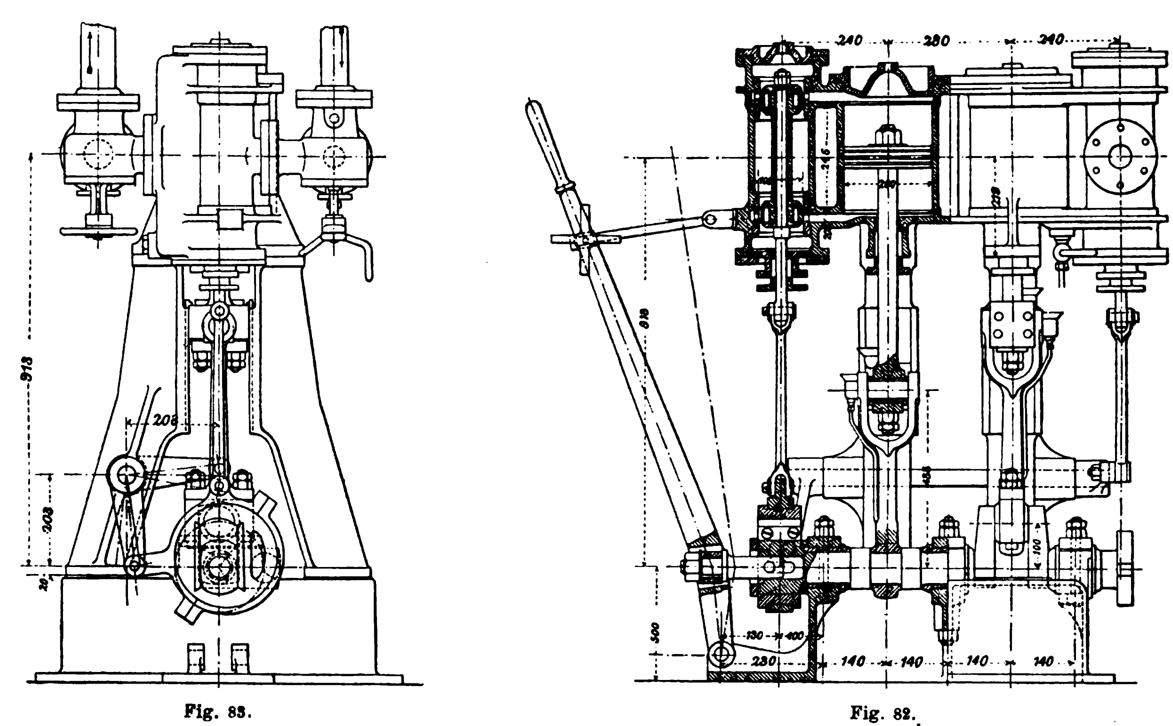


Fig. 83. Fig. 82.

Dampfmaschine zum Drehen der Hauptmaschine des Doppelschraubenschnelldampfers „Kaiser Wilhelm der Grosse“.



Gas	0,04566 M.
Wasser	0,00811 „
Oel und Verluste	0,00669 „
Lohn des Kondukteurs	0,05404 „
Unterhaltung	0,00469 „
Komprimierung	0,00906 „
Reparaturen	0,04342 „
Zusammen	0,17167 M.

gehabt, nämlich die Entwickelung üblen Geruches, ferner heftige Erschütterung des Fahrzeuges und schliesslich eine verhältnismässig geringe Geschwindigkeit. Bei den oben geschilderten neuen Wagen glauben nun die Erzeuger diese Uebelstände so gründlich beseitigt zu haben, dass die bisherigen Anwürfe völlig gegenstandslos geworden seien. Um den üblen Geruch zu beseitigen, ist nämlich ein Schmiersystem in Anwendung gebracht, dessen selbstthätiger Ver-

Fig. 1.

Fig. 2. Lührig's Gasmotorwagen.

Im allgemeinen hat man bisher den Gasmotoren mit Recht drei höchst missliche Schattenseiten vorzuwerfen schluss den Eintritt von Oel in die Cylinder nur in den Augenblicken gestattet, wo der Gasstrom dahin eintritt.



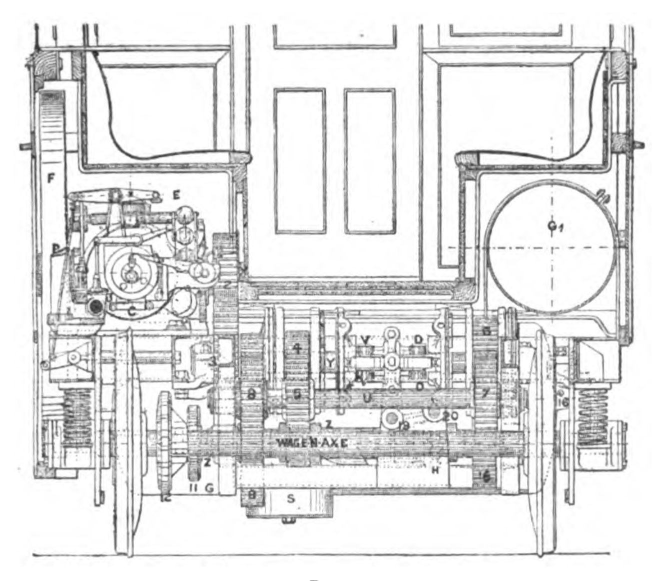


Fig. 3.
Lührig's Gasmotorwagen.

Hierdurch wird das Verbrennen von Schmieröl, in welchem eben die Quelle des beanstandeten Uebelriechens liegt, unmöglich gemacht, und also mit der Ursache zugleich die Wirkung beseitigt. Um das zweite Uebel zu bekämpfen, hat man alle beweglichen Teile der Maschine mit der grössten Sorgfalt ins Gleichgewicht gebracht, und, wie sehr es gelungen ist, diese Aufgabe durchzuführen, beweist am besten der Umstand, dass die neuen Wagen anstandslos mit Gasglühlicht beleuchtet werden. In der That wurde auf experimentellem Wege unzweifelhaft festgestellt, dass die Erschütterungen des Wagens, welche er durch das Ein- und Aussteigen der Fahrgäste erleidet, viel merklicher sind als diejenigen, welche durch die Maschine selbst hervorgerufen werden. Was schliesslich die Frage der Fahrgeschwindigkeit anbelangt, so hängt sie ersichtlichermassen lediglich von der verwendeten Transmissionsanordnung ab. Die in Betracht stehenden Wagen laufen nahezu 13 km in der Stunde, das entspricht eben dem durch die englischen Vorschriften aufgestellten Maximum, dessen Einhaltung ebensowohl allen mit Gas, Dampf oder Elektrizität betriebenen, auf Strassenbahnen zur Verwendung kommenden Motorwagen als den Seilbahnwagen strenge aufgetragen ist, was freilich nicht ausschliesst, dass es namentlich von den elektrischen Wagen nicht selten überschritten wird.

Beitrag zur technischen Thermodynamik.

(Fortsetzung des Berichtes Bd. 314 S. 92.)

In der in *D. p. J.* 1899 **314** 92 veröffentlichten Abhandlung „Beitrag zur technischen Thermodynamik" habe ich für die Berechnung des mechanischen Aequivalents der Wärme die Gleichung

$$\frac{vp}{T}\,\mathrm{At} = R\,\mathrm{At} = \backsim 422{,}5$$

abgeleitet.

Der beste Beweis für die Richtigkeit dieser Gleichung ist offenbar dann erbracht, wenn es gelingt, mit Hilfe derselben wichtige Zahlenwerte der Thermodynamik, welche bisher nur durch äusserst umständliche Versuche gefunden werden konnten, unmittelbar zu ermitteln.

Wie im nachfolgenden gezeigt wird, gestattet nun die neue Gleichung die Werte c_t, $c_p - c_t$, sowie das Verhältnis von $\frac{c_p}{c_t} = k$ durch Rechnung festzustellen.

In der bekannten Gleichung

$$d\,Q = c_t\,d\,T + \frac{c_p - c_t}{R}\,p\,d\,v$$

bedeutet $\frac{c_p - c_t}{R}$ das Wärmeäquivalent der Arbeitseinheit.

Nach Gleichung

$$\frac{vp}{T}\,\mathrm{At} = R\,\mathrm{At}$$

wäre also

$$\frac{c_p - c_t}{R} = \frac{1}{R\,\mathrm{At}}$$

und

$$c_p - c_t = \frac{1}{\mathrm{At}},$$

so dass

$$c_t = c_p - \frac{1}{\mathrm{At}}$$

und

$$k = \frac{c_p}{c_t} = \frac{c_p}{c_p - \frac{1}{\mathrm{At}}}.$$

Als Mittelwert für k ergibt letztere Formel den Wert 1,412, welcher vollkommen mit dem durch Versuche gefundenen Wert übereinstimmt. Ebenso wie die Gleichung $\frac{vp}{T}\,\mathrm{At} = R\,\mathrm{At}$ gilt auch der Wert $k = \frac{c_p}{c_t} = 1{,}412$ nur für die sogen. vollkommenen Gase und nicht für Gasverbindungen.

Auch die in nachstehender Tabelle angegebenen, mit Hilfe der Gleichung $c_t = c_p - \frac{1}{\mathrm{At}}$ berechneten Werte der Grösse c_t stimmen genau mit denen überein, die man bisher dadurch ermittelte, dass unter Zuhilfenahme der *Newton*schen Formel über die Schallgeschwindigkeit das Verhältnis von $c_p : c_t$ durch Versuche festgestellt wurde.

Für c_t müssen hierbei selbstverständlich diejenigen Zahlen in die Tabelle eingesetzt werden, die man früher als die spezifischen Wärmen für konstantes Volumen bezeichnete.

Für	c_p nach *Regnault*	$\frac{1}{\mathrm{At}}$	$c_t = c_p - \frac{1}{\mathrm{At}}$	c_t früher c_v
Wasserstoff.	3,4090	1	2,4090	2,4177
Sauerstoff .	0,2175	0,06266	0,15485	0,1543
Stickstoff .	0,2438	0,07137	0,1725	0,1728
Luft . . .	0,2375	0,06935	0,1682	0,16844
Kohlenoxyd	0,2450	0,07161	0,1734	0,1737

Dass zwischen Atomgewicht und spezifischer Wärme eine Abhängigkeit besteht, ist bekannt, das lehrt schon das Gesetz von Dulong und Petit:

„Das Produkt aus Atomgewicht und spezifischer Wärme ist konstant."

Dieses Gesetz wird in der Chemie zur Bestimmung des Atomgewichts angewandt. Die von mir abgeleitete Gleichung $c_p - c_t = \frac{1}{\mathrm{At}}$ zeigt nun für die vollkommenen Gase die nähere Art der Abhängigkeit zwischen Atomgewicht und spezifischer Wärme.

Die Gleichung lehrt, dass derjenige Teil der spezifischen Wärme, der bei einer Wärmezufuhr in Arbeit übergeht, d. h. entweder zur Erzeugung kinetischer Energie oder zur Vermehrung der potentiellen Energie dient, gleich ist dem reciproken Werte des Atomgewichts.

Da nun ferner

$$c_p - c_t = \frac{1}{At}$$

und

$$\frac{c_p - c_t}{c_p} = \eta,$$

so wird

$$c_p = \frac{c_p - c_t}{\eta} = \frac{1}{At\,\eta}.$$

Unter Annahme des Mittelwertes 1,412 für k ergibt sich für η die Zahl 0,292, so dass

$$c_p = \frac{1}{0{,}292\,At}.$$

In nachstehender Tabelle sind die von *Regnault* durch Versuche ermittelten Werte für c_p neben den mit Hilfe der Gleichung $c_p = \frac{1}{0{,}292\,At}$ gefundenen angegeben.

Für	c_p nach *Regnault*	$c_p = \frac{1}{0{,}292\,At}$
Wasserstoff	3,4090	3,4246
Sauerstoff	0,2175	0,2146
Stickstoff	0,2438	0,2444
Luft	0,2375	0,2375
Kohlenoxyd	0,2450	0,2450

Für Wasserstoff weichen die beiden Werte, wie wir sehen, am weitesten, um ungefähr 1 % voneinander ab. Es ist dieses leicht dadurch zu erklären, dass sowohl die Bestimmung der spezifischen Wärme als auch die des Atomgewichts für Wasserstoff am schwierigsten ist.

Von besonderer Wichtigkeit ist die Möglichkeit der Berechnung der spezifischen Wärme für die zusammengesetzten Gase, wie z. B. für Wasserdampf, Kohlensäure, Ammoniak u. dgl. Die Gleichung $c_p = \frac{1}{0{,}292}\,At$ gestattet nämlich die Berechnung der spezifischen Wärme dieser Gase bei hohen Temperaturen, sobald die zwischen den Molekularatomen bestehenden chemischen Kräfte infolge der Zuführung von Wärme gleich Null geworden sind und diese Gase infolgedessen als Gasgemenge und nicht mehr als Verbindungen aufgefasst werden müssen.

Die Berechnung der dem Atomgewichte der einfachen Gase entsprechenden Zahl hat hierbei, wie schon an anderer Stelle in *D. p. J.* 1899 **314** 184 erläutert wurde, nach dem Mischungsgesetz zu erfolgen. Bilden doch z. B. 2 l Wasserstoff und 1 l Sauerstoff bei hinreichend hohen Temperaturen 3 l des entstehenden Gemenges.

Für stark überhitzten Wasserdampf ist die spezifische Wärme hiernach

$$c_p = \frac{1}{0{,}292\,.\,5{,}987} = 0{,}57201.$$

Die spezifische Wärme für Wasserdampf bei niederen Temperaturen ist deshalb bedeutend grösser, weil bei denselben ein Teil der zugeführten Wärme noch dazu dient, die zwischen den Molekularatomen bestehenden chemischen Kräfte zu überwinden. Dieser Teil der zuzuführenden Wärme nimmt mit steigender Temperatur ab und wird beim Wasserdampf etwa bei 400° gleich Null, so dass von dieser Temperatur ab die Zahl 0,57201 als spezifische Wärme für den Wasserdampf oder vielmehr für das Gemenge aus Wasserstoff und Sauerstoff einzusetzen wäre. Worin der Vorteil der Anwendung überhitzten Wasserdampfes beruht, ist hiernach leicht einzusehen.

Die Molekulartheorie.

Die Molekulartheorie sucht eine Erklärung dafür zu bringen, dass sich bei der Verbindung von Gasen das Gesamtvolumen derselben in einem bestimmten Verhältnis verkleinert. Vereinigt man nämlich 2 Volumenteile Wasserstoff mit 1 Volumenteil Sauerstoff, so findet man, dass sich daraus bei Temperaturen über 100° 2 Volumenteile Wasserdampf bilden, dass sich also das Gesamtvolumen um $^1/_3$ vermindert. Aehnlich bilden 3 l Wasserstoff und 1 l Stickstoff nur 2 l Ammoniak. Bei allen Verbindungen von Gasen werden 2 Volumenteile der neuen Verbindung gebildet (d. h. bei entsprechend niedrigen Temperaturen).

Zur Erklärung dieser Volumenverkleinerung nimmt nun die Molekulartheorie an, dass alle Körper, also auch die einfachen Gase in ihren kleinsten Teilchen nicht aus Atomen, sondern aus von Atomen gebildeten Molekülen bestehen, die mechanisch nicht, wohl aber chemisch in ihre Bestandteile, die Atome, wieder zerlegt werden können. Die Zahl der Atome, welche sich bei den einfachen Gasen zu den Molekülen vereinigen, wird von der Molekulartheorie so gewählt, dass bei allen Gasen eine gleich grosse Anzahl von Molekülen im Gaszustand stets denselben Raum einnehmen, vorausgesetzt, dass Druck und Temperatur gleich sind.

Die Molekulartheorie beruht also auf einer Betrachtung des Verhaltens der Gase in Bezug auf ihr Volumen. Die Kräfte, welche bei chemischen Verbindungen von Gasen auftreten, werden von der Theorie nicht berührt, dieselben werden vielmehr vollkommen ausser acht gelassen.

Die Annahme nun, dass eine gleich grosse Anzahl von Molekülen im Gaszustand unter der Bedingung, dass Druck und Temperatur gleich sind, stets denselben Raum einnehmen, setzt voraus, dass das *Mariotte-Gay-Lussac*'sche Gesetz in gleicher Weise für die vollkommenen, als auch für die unvollkommenen Gase gültig ist. *Bei einer Zuführung von Wärme müssten demnach auch bei den unvollkommenen Gasen Spannung und Volumen proportional der Temperatur zunehmen.* Dass dieses z. B. für Kohlensäure nicht der Fall ist, dass dieselbe in ihrem Verhalten bei der Wärmezuführung ganz erheblich von dem *Mariotte-Gay-Lussac*'schen Gesetz abweicht, ist bekannt. Ebensowenig befolgt Ammoniak, überhitzter oder gesättigter Wasserdampf dieses Gesetz. Für den gesättigten Wasserdampf lehrt uns die *Regnault*'sche Spannungsreihe, dass bei einer Wärmezuführung bei konstantem Volumen die Spannung durchaus nicht verhältnisgleich der Temperatur zunimmt. Die Spannung wächst rascher als die Temperatur. Würde man nun umgekehrt die Spannung konstant setzen, so würde bei einer Wärmezuführung das Volumen rascher zunehmen, als die Temperatur.

Der überhitzte Wasserdampf weicht in seinem Verhalten dadurch vom gesättigten ab, dass bei ihm die Spannung in noch schnellerem Masse zunimmt, als dieses beim gesättigten Wasserdampf der Fall ist. Es hat dieses darin seinen Grund, dass beim überhitzten Wasserdampf die zwischen den Molekularatomen bestehenden Kräfte rasch überwunden und vernichtet werden, während sich der gesättigte Wasserdampf von höheren Temperaturen fortwährend wieder mit dem sich eben bildenden Dampfe vermischt, und ihm dadurch neue chemische Kräfte zugeführt werden, die wieder von der zuzuführenden Wärme aufgehoben werden müssen.

2 l Wasserstoff von 200° und 1 l Sauerstoff von derselben Temperatur werden bei einer Vereinigung nicht etwa 2 l Wasserdampf bilden, das resultierende Volumen wird grösser sein als 2 l.

Bei einer bestimmten Temperatur werden z. B. 1 l Sauerstoff und 2 l Wasserstoff 2,5 l Wasserdampf bilden. Sollte die Molekulartheorie auch auf diesen Fall angewandt werden, so müsste danach 1 Molekül Wasserstoff, sowie 1 Molekül Sauerstoff aus 2,5 Atomen bestehen.

Nehmen wir weiterhin dieselben Mengen Wasserstoff und Sauerstoff, beide bei einer Temperatur von ungefähr 400° zu einer Mischung, so würde das resultierende Volumen 3 und nicht 2 l betragen. Ebenso verhält es sich mit dem Ammoniak, bei welchem bei hinreichend hohen Temperaturen annähernd gar 4 l gebildet werden. Sobald jedoch bei einer Mischung von 3 l Wasserstoff und 1 l Stickstoff das resultierende Volumen 4 l beträgt, wird nicht mehr Ammoniak, sondern ein einfaches Gemenge aus Wasserstoff und Stickstoff gebildet.

Bei der Erklärung des Verhaltens der zusammengesetzten Gase ist es unbedingt erforderlich, die bei der Verbindung von Gasen auftretenden Kräfte in Rücksicht zu ziehen; denn treten bei einer Verbindung von Gasen wirklich Kräfte auf, so werden dieselben auch in irgend einer Weise auf das Verhalten der Gase einwirken. Eine

auftretende Kraft übt immer eine Wirkung aus! *Und so ist die bei der Verbindung von Gasen auftretende Verkleinerung des Gesamtvolumens eine Folge von chemischen Kräften.*

Die kleinsten Teilchen eines vollkommenen Gases sind die Atome und nicht die Moleküle! Gehen nun die Atome verschiedener Gase Verbindungen ein, so bilden dieselben aus Atomen zusammengesetzte Moleküle. Zwischen den einzelnen Atomen treten hierbei chemische Kräfte auf, deren Wirkung sich in einer Volumenverkleinerung des Gases äussert.

Führt man sodann einem zusammengesetzten Gase Wärme zu, so dient ein Teil dieser Wärme dazu, die zwischen den Molekularatomen bestehenden Kräfte allmählich und stetig aufzuheben. Um so niedriger die Temperatur des betreffenden Gases, um so grösser ist der Teil der Wärme, der zur Aufhebung der Kräfte dient, um so weniger Wärme wird also zur Aenderung des Volumens, der Spannung und der Temperatur übrig bleiben, d. h. um so unvollkommener befolgen diese Gase bei diesen Temperaturen das *Mariotte-Gay-Lussac*'sche Gesetz, das nur dann vollkommen gilt, wenn sämtliche zugeführte Wärme zur Aenderung dieser drei Grössen aufgewandt wird; denn nur auf diese drei Grössen bezieht sich das Gesetz. Je höher aber die Temperaturen werden, um so weniger Wärme dient zur Aufhebung der nur mehr schwachen chemischen Kräfte, um so mehr befolgen dann die Gase das *Mariotte-Gay-Lussac*'sche Gesetz. Bei einer gewissen Temperatur werden die chemischen Kräfte bei den zusammengesetzten Gasen gleich Null gesetzt werden können und über dieser Temperatur hinaus sind die Gase als Gasgemenge und nicht mehr als Verbindungen anzusehen und bei den Rechnungen als solche zu behandeln. Es werden bei diesen Temperaturen keine Moleküle mehr gebildet, sondern freie Atome, genau ebenso wie bei den vollkommenen Gasen und allen Elementen.

Einen Verteidiger der Molekulartheorie möchte ich noch auf folgende Punkte aufmerksam machen.

1. Bei *jeder* Verbindung treten Kräfte auf. Ist dieses nun auch dann der Fall, wenn sich die Atome eines Elementes zu Molekülen desselben Elementes verbinden? Ist dem so, worin äussern sich dann diese Kräfte?

2. Nach der Molekulartheorie sind die Moleküle eines Elementes chemisch in ihre Atome zerlegbar. Nun kann, wie wir wissen, jede chemische Verbindung durch Erhitzung, d. h. durch Zufuhr von Wärme in ihre Bestandteile zerlegt werden, oder die zwischen den Molekularatomen einer Verbindung bestehenden Kräfte können durch Wärme überwunden und vernichtet werden. Ist dieses auch bei den Molekülen eines Elementes der Fall, dann werden wenigstens bei hohen Temperaturen freie Atome gebildet.

3. Werden jedoch auch bei hohen Temperaturen Moleküle und keine Atome gebildet, so muss eine Vereinigung oder Bindung der Atome zu Molekülen auch bei hohen Temperaturen eintreten können; denn ein Molekül Ammoniak z. B. muss sich, wenn es durch Erhitzung zerlegt wird, zunächst in freie Atome auflösen. Der chemischen Zusammensetzung (NH_3) nach müssen sich bei diesem Gase wenigstens zunächst ein freies Atom Wasserstoff, sowie ein freies Atom Stickstoff bilden. Wenn sich nun diese freien Atome auch bei hohen Temperaturen wieder zu Molekülen vereinigen, muss dann nicht eine wahrnehmbare plötzliche Verkleinerung des Volumens oder der Spannung eintreten?

Wir sehen, sobald man das Verhalten der Gase auch bei hohen Temperaturen, sowie vom dynamischen Standpunkte betrachtet, ergeben sich für die Molekulartheorie unüberwindliche Schwierigkeiten. Dass lediglich eine Betrachtung des Verhaltens der Gase in Bezug auf ihr Volumen vor und nach Eingang der Verbindung einen Schluss auf ihre innere Zusammensetzung nicht zulässt, zumal diese Betrachtung sich nur auf das Verhalten der Gase bei niederen Temperaturen erstreckt, ist leicht einzusehen.

Es ist unbedingt erforderlich, das Verhalten der Gase beim Eingang von Verbindungen auch vom dynamischen Standpunkt zu betrachten und in das lebensvolle Innere der Naturkörper einzudringen.

Kleinere Mitteilungen.

Doppelschraubenschnelldampfer „Deutschland".

Am 10. d. M. fand im Beisein des Kaisers der Stapellauf des Doppelschraubenschnelldampfers ***Deutschland*** statt, des schnellsten zur Zeit existierenden Dampfers und zugleich des zweitgrössten der Erde. Der Dampfer ist von der Stettiner Schiffswerft ***Vulkan*** im Auftrag der Hamburg-Amerika-Linie gebaut worden. Das Schiff hat eine Raumverdrängung von 25000 t, übertrifft also das grösste deutsche Schiff, das bisher existiert hat, ***Kaiser Wilhelm der Grosse***, der eine Raumverdrängung von 20880 t hat, um mehr als 4000 t. Dem ***Deutschland*** an Grösse überlegen ist nur der der englischen Firma ***Harland und Wolff*** gehörige Schnelldampfer ***Oceanic***, der eine Raumverdrängung von 28500 t besitzt. Doch hat der ***Vulkan***, was die Schnelligkeit betrifft, den Sieg über den englischen ***Oceanic*** davongetragen, denn während dieser bei der Probefahrt angeblich 22 Knoten zurückgelegt hat, in Wirklichkeit aber wohl nur 20, allerhöchstens 21 Knoten zurücklegt, darf die Hamburg-Amerika-Linie sich jetzt rühmen, das schnellste Schiff der Erde zu besitzen, dessen Geschwindigkeit 23 Knoten in der Stunde beträgt, die höchste Geschwindigkeit, welche ein Passagierdampfer bisher erreicht hat. Der Dampfer ist mit senkrechtem Vor- und Hintersteven und elliptisch geformtem Heck nach den höchsten Vorschriften des ***Germanischen Lloyd*** unter dessen Spezialaufsicht erbaut. Schotteneinteilung und Verstärkungen entsprechen den neuesten Vorschriften der Seeberufsgenossenschaft, deren Vorschriften auch hinsichtlich der sonst dafür in Frage kommenden Einrichtungen ebenso berücksichtigt sind, wie die der Vereinigten Staaten von Nordamerika. Das Schiff erhält zwei Pfahlmasten und vier Schornsteine. Ueber die ganze Länge des Schiffsbodens erstreckt sich der zur Aufnahme von Wasserbalast dienende Doppelboden, der in eine grosse Anzahl Unterabteilungen geteilt ist. 17 wasserdichte Raumschotte teilen das Schiff in 18 voneinander geschiedene Abteilungen. Diese Schotte sind so gesetzt und so verstärkt, dass zwei Abteilungen überflutet werden können, ohne das Schiff zu gefährden. Ausserdem sind aber die Maschinen durch ein wasserdichtes Längsschott getrennt, so dass im Notfall, selbst wenn ein Maschinenraum überflutet ist, das Schiff mit der anderen Maschine seine Fahrt fortsetzen kann. Ueberdies ist noch durch eigenartig angelegte Längsabdichtungen an den Schiffsseiten eine besondere Sicherheit gegen Gefährdung der vitalen Teile des Schiffes geschaffen. Sieben Decks gliedern das Schiff der Höhe nach. Drei dieser Decks sind von vorn bis hinten durchgehend. Das Raumdeck kommt für Passagierzwecke nicht mehr in Frage, während alle anderen Decks in mehr oder minder grosser Ausdehnung hierfür vorgesehen sind, und zwar sind Einrichtungen für etwa 700 Passagiere erster, etwa 300 Passagiere zweiter und etwa 300 dritter Klasse vorhanden. Grosse, besonders künstlerisch ausgestattete Gesellschaftsräumlichkeiten, wie ein Speisesaal für etwa 365 Personen und zwei kleine Speisesäle für etwa 30 Personen, Rauchzimmer, Gesellschaftssalon, ein Grillraum, sowie ein Kinderspielzimmer, sind für die Passagiere erster Klasse; einfachere, aber ausserordentlich behaglich eingerichtete Räume, umfassend Speisesaal, Rauch- und Gesellschaftssalon für diejenigen zweiter Klasse zum gemeinsamen Aufenthalt bestimmt, während für die Passagiere dritter Klasse in der Nähe der Wohnräume Essräume eingerichtet sind. Verschiedenartige Kammern, die sich in Luxuskammern, bestehend aus Wohn-, Schlaf- und Badezimmer, sogen. Pullmankammern, grosse Kammern mit nebeneinander (nicht übereinander) stehenden Betten, gewöhnliche Kammern für zwei und Kammern für nur eine Person teilen, bieten den Passagieren erster Klasse Unterkunft, während für Passagiere zweiter Klasse im allgemeinen Kammern für zwei und vier Personen vorhanden sein werden. Die Wohnräume für die Besatzung verteilen sich über das ganze Schiff derart, dass die einzelnen Kategorien möglichst in der Nähe ihres eigentlichen Thätigkeitsfeldes untergebracht sind. Den Rettungseinrichtungen des Schiffes ist be-

sondere Aufmerksamkeit zugewendet worden. Ausser einer grossen Anzahl von Rettungsbooten zu beiden Seiten des Bootdecks sind über das ganze Schiff verteilte Feuerlöschleitungen, wie auch eine Dampffeuerlöschvorrichtung vorgesehen. Zur Bedienung der Boote werden vier Bootheissmaschinen aufgestellt. In sanitärer Hinsicht wird ein weitverzweigtes Ventilations- und Wasserleitungssystem dafür sorgen, selbst verwöhntesten Ansprüchen zu genügen. Die zwei aufrechtstehenden vierfachen Expansionsmaschinen nach dem *Schlick*'schen System ausbalanziert, sollen 33 000 PS indizieren und dem Schiff eine Geschwindigkeit von 22 bis 23 Knoten pro Stunde geben. 16 Kessel (12 Doppel- und 4 Einzelender) dienen zur Dampferzeugung, 5 Dynamos zur Speisung von etwa 1900 elektrischen Lampen. Ausserdem werden grosse Pumpenanlagen u. s. w. für die verschiedenartigen Zwecke vorgesehen.

Wie wir erfahren, hat der *Norddeutsche Lloyd* bei der Schiffswerft *Vulkan* auf dem leer gewordenen Helling einen Dampfer von derselben Grösse und Maschinenstärke bestellt, dagegen hat die Hamburg-Amerika-Linie bei derselben Werft ein noch grösseres Dampfschiff in Auftrag gegeben.

Verbindung des Baltischen mit dem Weissen Meer.

Die Zeitschrift des russischen Ministeriums der Verkehrsanstalten veröffentlicht, wie wir dem *Centralblatt der Bauverwaltung* entnehmen, einen Plan des Ingenieurs *Timonow*, der dahin zielt, das Baltische Meer und den Finnischen Meerbusen unter Benutzung der vorhandenen Wasserstrassen und Seen mit dem Weissen Meer zu verbinden. Das Ministerium der Wasser- und Wegebauten beabsichtigt, den Ausfluss der Newa aus dem Ladogasee, die sogen. *Koschkin*'sche Reede, so weit zu vertiefen, dass auch Seeschiffe, die auf dem Ladogasee verkehren, bei Mittel- und Niedrigwasser in die Newa gelangen können. Bis auf wenige Stellen besitzt die Newa bereits Seetiefe. Durch Baggerarbeiten in der *Koschkin*'schen Reede und an einigen anderen Stellen der Newa soll nun der Ladogasee Seeschiffen zugänglich gemacht werden. Im Anschluss an diese Arbeiten strebt *Timonow* durch Schleusenwerke und Vertiefungsarbeiten im Swir, der den Ladogasee mit dem Onegasee verbindet, und durch Regulierung einiger Flüsse der Wasserscheide zwischen Ostsee und Weissem Meer, sowie durch Neuanlage von Kanälen die Verbindung des Finnischen Meerbusens mit dem Onegabusen am Weissen Meere an. Das ganze Unternehmen dürfte grosse wirtschaftliche Vorteile bieten. Der Ladogasee besitzt einen Flächenraum von 1070 Quadratwerst (1217,7 qkm), die Länge seiner Uferlinie ist auf 15 922 Werst (16 984 km) berechnet worden. Das aus dem Wolgagebiet anlangende Getreide könnte unmittelbar in die auf dem Ladogasee verkehrenden Seeschiffe verladen werden; die umständliche und zeitraubende Treidelschiffahrt auf den Ladogakanälen käme in Wegfall. Für die Wolgafrachten würde dadurch ein Zeitgewinn von etwa 10 Tagen und eine Ersparnis von etwa 1 Million Rubel (2,15 Millionen M.) Beförderungsunkosten im Jahre erzielt werden können. Es steht ferner zu erwarten, dass Waren, die in den Häfen des Baltischen Meeres ein bedeutendes Absatzgebiet besitzen, wegen der hohen Beförderungskosten zur Zeit aber nicht durch das Marienkanalnetz geschafft werden (z. B. Rohnaphtha)!, auf dem neuen Wasserwege durch den Ladogasee und die Newa nach den Baltischen Häfen gelangen. Nach *Timonow* würde die ganze Kanalanlage weniger Mittel erfordern als der dringend notwendig gewordene Ausbau der bestehenden Ladogakanäle. Auch in politischer Beziehung dürfte die neue Kanalanlage nicht zu unterschätzen sein, sobald der Plan des Nordkriegshafens für die russische Flotte an der Murmanküste zur Ausführung gelangt. Den russischen Kriegsschiffen des Baltischen Meeres stände dann der Weg nach dem nördlichen Eismeere offen.

Neuer Dampf- und Wasserdruckregler.

Die hohen Dampfspannungen, von denen man zur Erzielung einer grösstmöglichen Oekonomie im Brennmaterialverbrauch in steigendem Masse Gebrauch macht, und die in grossen industriellen Betrieben mehr und mehr eingeführte Zentralisation der Krafterzeugung hat selbstthätig wirkende oder von beliebiger Stelle aus zu bethätigende Apparate zu sofortiger Sistierung jeder Kraftlieferung bei Unfällen an der Maschinenanlage oder in den Werkstätten zum unabweisbaren Bedürfnis gemacht. Zur Erreichung der erwähnten Sicherheit sind zahlreiche Konstruktionen von Apparaten entstanden, unter denen der Druckregler, Reduzier- und Sicherheitsapparat „Phönix" (System *Krüger*), als sehr beachtenswerte Konstruktion zu nennen ist. Neben seiner universellen Verwendbarkeit zeichnet sich dieser Apparat durch einen hohen Empfindlichkeitsgrad aus, infolgedessen seine Wirkung eine zuverlässige sein dürfte. Was den Apparat aber an erste Stelle unter allen bekannten Konstruktionen treten lässt, ist die Bethätigung seiner Regulier- bezw. Absperrorgane durch den jeweilig vorhandenen vollen Dampfdruck des Dampfkessels, während die bekanntesten bisherigen Konstruktionen von Regulier- bezw. Reduzierapparaten lediglich durch die Differenz zwischen der Anfangsspannung und dem reduzierten Druck bethätigt werden.

Die Apparate finden Verwendung als Reduzierventile zum Reduzieren hoher Dampfspannungen bis auf einen Druck von 0,20 at, als Regulierventile zum Regulieren des Druckes im Druckrohr von Pumpen oder des Wasserstandes in hochgelegenen Wasserbehältern, als Ueberproduktionsventile bezw. Sicherheitsventile bei Dampfkesseln — sie führen in diesem Falle beim Steigen des Dampfdruckes über das vorgeschriebene Mass den mehrerzeugten Dampf einem Kondensator, Vorwärmer u. s. w. in geschlossenem Rohr und ohne Dampfverlust zu —, als Sicherheitsapparate bei Rohrbrüchen zur Verhütung von Unglücksfällen durch Verbrühen durch Dampf u. s. w.; bei hydraulischen Pressen angewendet, setzt der Apparat die hydraulische Presspumpe in ein langsameres Tempo oder stellt die Pumpe ganz ab, sobald der Druck in der Presse das vorgeschriebene Mass überschreitet u. s. w.

Bei der weiteren grossen Anzahl seiner Verwendungsarten ist derselbe als kombinierter Apparat dargestellt, und zwar als eine Vorrichtung, welche, in Anwendung bei einer unterirdischen Wasserhaltungsmaschine, einerseits als Sicherheitsapparat beim Bruch des Dampfrohres, andererseits als Regulierapparat für das Druckrohr der Pumpe wirkt, damit der Druck in letzterem nicht über das vorgeschriebene Mass steigt oder willkürlich gesteigert

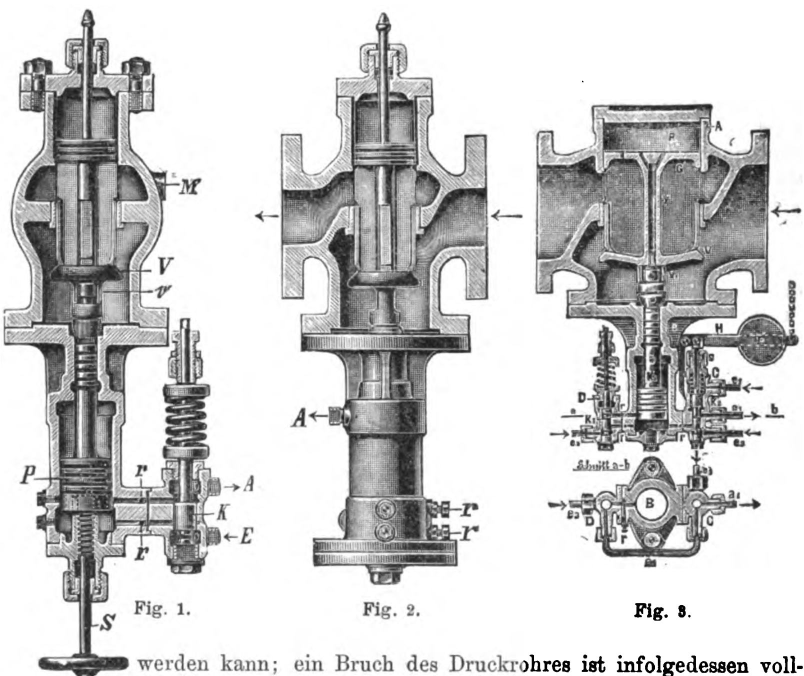


Fig. 1. Fig. 2. Fig. 3.

werden kann; ein Bruch des Druckrohres ist infolgedessen vollständig ausgeschlossen.

Der Apparat (Fig. 1 bis 3) besteht aus einem Ventilgehäuse mit dem Regulier- bezw. Absperrorgan *V*, einem Arbeitscylinder mit dem Arbeitskolben *P* und einem Steuercylinder mit dem Steuerkolben *K*. Das Ventilgehäuse, welches die allgemein üblichen Dimensionen bezüglich Baulänge und Flanschdurchmesser hat, also an Stelle eines jeden normalen Ventils eingebaut werden kann, wird in die Leitung eingeschaltet, in welcher ein bestimmter Druck reguliert oder reduziert wird, oder in welcher der Apparat als Sicherheitsapparat gegen Rohrbruch wirken soll, also in diejenige Leitung, welche er durch seine Wirkung bethätigen soll.

Bei Drucküberschreitung oder beim Fallen des Druckes über das vorgeschriebene Mass, oder beim Bruch eines Rohres wird der Steuerkolben *K* angehoben und durch den unter den Arbeitskolben *P* tretenden vollen vorhandenen Druck das Regulier- bezw. Absperrorgan mehr oder weniger oder ganz geschlossen, je nach dem Zweck, welchem der Apparat dient. Der Apparat wirkt vollkommen automatisch, kann jedoch, wie bereits erwähnt, durch Draht oder Kettenzug oder durch einen Elektromagneten in Thätigkeit gesetzt werden.

Der Apparat wird durch die Firma *„Phönix" Maschinenbau-Gesellschaft m. b. H.* hergestellt und auf den Markt gebracht.

Pläne und Hoffnungen für das neue Jahrhundert.

Geheimrat *Zweifel*, Universitätsprofessor in Leipzig, schreibt in der *Deutschen Revue*, dass man beim Rückblick auf das zu



Ende gehende Jahrhundert selbstverständlich mit Bezug auf die Kulturfortschritte dem eben ablaufenden Zeitabschnitt fraglos den ersten Rang einräumen muss. Hinsichtlich der Verkehrsverhältnisse jedoch stellt Prof. *Zweifel* die Entdeckungen früherer Zeiten so hoch, dass sie seiner Meinung nach keiner derjenigen unseres Jahrhunderts nachstehen. In erster Linie nennt er hierbei die Entdeckung der Magnetnadel und deren Verwendung für die Schiffahrt im 13., in zweiter Reihe die Erfindung der Buchdruckerkunst im 15. Jahrhundert. Durch die erstere wurde die transmarine Schiffahrt möglich, welcher wir die Entdeckung der Azoren, Amerikas, des Seeweges nach Indien u. s. w. verdanken. Die Erfindung der Buchdruckerkunst ermöglichte erst eine Ausbreitung der Bildung. Diese Kulturfortschritte beeinflussten in viel höherem Masse, als alle Entdeckungen unseres Jahrhunderts zusammen, das Leben aller Völker der Erde.

Die Hoffnungen, die Prof. *Zweifel* mit Bezug auf wissenschaftliche Entdeckungen an das neue Jahrhundert knüpft, sind aber trotzdem schwerwiegend genug, sie sind dabei so klar auseinandergesetzt, dass man sie fast als Prophezeiungen proklamieren möchte.

Man braucht kein Prophet zu sein, um sagen zu können, dass die Dampfmaschinen über kurz oder lang in ihrer heutigen Form ganz verschwinden werden und es ist mit ziemlicher Sicherheit zu sagen, dass in absehbarer Zeit die Krafterzeugung eine wesentlich andere, vervollkommnetere sein wird. Bei der Verbrennung der Kohle verbindet sich bekanntlich der Sauerstoff nur schwer mit derselben, weshalb die Feuerung einen starken Luftzug erfordert. Hierdurch kann jedoch nur ein Teil der Wärme ausgenutzt werden, während ein erheblicher Teil durch den Schlot verloren geht. Hieraus ist leicht ersichtlich, dass die Wissenschaft bemüht ist, eine Methode zu finden, um die Kohle leichter zum Verbrennen zu bringen.

Einen gewissen Fortschritt bedeutet zwar schon unser Leuchtgas, das ja nur eine Verbindung der Kohle mit Wasserstoff darstellt und sich viel leichter mit dem Sauerstoff der Luft verbindet, daher auch viel leichter verbrennt. Zur Krafterzeugung wird es bereits beim Gasmotor verwendet; leider steht seiner Anwendung in grösstem Massstabe die verhältnismässig umständliche Gasgewinnung im Wege, die bei grossen Betrieben sich doch zu teuer stellt. Nun ist es aber durchaus denkbar, dass durch gewisse Zusätze bei der Destillation, die Abspaltung von Kohlenwasserstoffen ergiebiger als bisher gestaltet werden könnte, damit würde die Kohle wieder mehr ausgenutzt, als es bisher möglich ist. Ein Beispiel wäre übrigens auch dafür schon in dem Calciumkarbid gegeben. Jede Bildung von Kohlenwasserstoffen ist aber doch nur ein Umweg; denn schliesslich ist doch immer wieder die Verbindung der Kohle mit dem Sauerstoff der Luft zur Verbrennung notwendig. Warum soll es undenkbar sein, einmal den direkten Weg zu finden?

Die Wissenschaft verfolgt aber noch ein anderes Ziel, nämlich die in der Kohle enthaltene Wärme dadurch für die elektrische Kraft grösstmöglich auszunutzen, dass sie für Kohlenoxyd und Sauerstoff eine direkte Verbindung findet. Dadurch würde die Russplage der Fabrikschlote wegfallen, die in hygienischer Hinsicht uns jetzt noch viel Kummer macht. Nun bleibt aber auch noch auf dem Gebiet der Elektrizität vieles zu verbessern, um nicht mehr zu sagen, übrig. Die elektrischen Induktionsmaschinen und Transformatoren ermöglichen es zwar heute schon, jede beliebige Kraftquelle auszunutzen, weil sie die Fernleitung bis an den Bestimmungsort erleichtern. Diejenigen Wasserkräfte aber, die von den Industriezentren zu entfernt liegen, z. B. im Hochgebirge, können vorläufig noch gar nicht ausgenutzt werden, ebensowenig wie der Wind oder die Flutwelle. Die beiden letzteren konnten deshalb bis jetzt nicht in Betracht kommen, weil sie zu launisch sind, als dass man sie für einen Fabrikbetrieb in Anwendung bringen könnte.

Es ist aber nicht ausgeschlossen, dass wir im neuen Jahrhundert Akkumulatoren bekommen, welche im stande sind, bedeutende Kraftmengen aufzuspeichern. Die heutigen elektrischen Akkumulatoren sind vollständig unzureichend, weil sie zu wenig Energie ansammeln und diese auch nur zu kurze Zeit halten können. Nach Prof. *Zweifel* ist es überhaupt fraglich, ob elektrische Akkumulatoren in dieser Beziehung je genügen werden. Vielleicht findet man einmal mit den verflüssigten Gasen, wie mit der flüssigen Luft die Lösung dieser Frage, die unsere ganzen heutigen sozialen Verhältnisse zu revolutionieren im stande wäre, wenn es einmal möglich würde, die Kraft gewissermassen auf Flaschen abzuziehen und pfundweise zu verkaufen. Im übrigen bietet die Arbeit Prof. *Zweifel*'s noch so viel des Erwähnenswerten, dass wir auf sie noch einmal zurückkommen werden. *-h.*

Bücherschau.

Taschenbuch für Monteure elektrischer Strassenbahnen. Von *Fritz Loose* und *M. Schiemann*, Ingenieure. IV und 131 S. mit 122 Abb. Leipzig, Verlag von Oskar Leiner. Preis geb. 3,75 M.

Es ist den Verfassern gelungen, auf engem Raum schätzenswertes Material übersichtlich zu vereinen und mit Hilfe guter Abbildungen in grosser Zahl zu erläutern, wobei das Hauptgewicht auf praktische Verwertbarkeit der gemachten Angaben gelegt wurde. Auffallend ist die von der gebräuchlichen abweichende Definition des Begriffs „Wandern der Schienen“ als Ausdehnung bei Temperaturwechsel (S. 21), worunter sonst eine thatsächliche Ortsveränderung unter dem Einfluss von Verkehrslast und Gefällen verstanden wird. Da das brauchbare Werkchen erstmals erscheint, dürfte den Interessenten die folgende Inhaltsübersicht erwünscht sein: Grundgesetze der Gleichstromtechnik, Oberbau, elektrische Streckenausrüstung, Wagenschaltungen, Sicherheitsvorschriften für elektrische Mittelspannungsanlagen, Gesetzauszüge, Allgemeines.

Taschenbuch der Elektrizität. Von Dr. *M. Krieg.* 5. umgearbeitete Auflage. VIII und 350 S. mit 295 Illustrationen, Tafeln und Tabellen. Leipzig 1899. Verlag von Oskar Leiner. Preis geb. 4 M.

Der Hauptwert dieses kompendiösen Taschenbuches liegt in der grossen Anzahl guter Abbildungen, die zumeist moderne Konstruktionen wiedergeben und, wie der Verfasser richtig bemerkt, das Verständnis mehr fördern als weitläufige Erklärungen. Kleine Ungenauigkeiten werden in der nächsten Auflage wohl beseitigt werden, so die unklare, zeichnerisch mangelhafte Darstellung der Stöpselsicherung (Fig. 242) und der irreleitende Ausdruck „hohe Widerstände R“ S. 272, womit doch die Zwischenkontaktwiderstände am Zellenschalter gemeint sind, die nur den Bruchteil eines Ohm betragen. Die Brauchbarkeit des Buches wird durch einen Anhang erhöht, welcher unter anderem die Verbandsvorschriften für Nieder- und Hochspannungsanlagen und die Vorsichtsbedingungen der Feuerversicherungsgesellschaften enthält.

Neuere Fortschritte auf dem Gebiete der Elektrizität. Von Prof. Dr. *Richarz.* Mit 94 Abbildungen im Text. („Aus Natur und Geisteswelt.“ Sammlung wissenschaftlich-gemeinverständlicher Darstellungen aus allen Gebieten des Wissens. 12 monatliche Bändchen zu je 90 Pf., geschmackvoll gebunden zu je 1,15 M., oder 54 wöchentliche Lieferungen zu je 20 Pf.) Verlag von B. G. Teubner in Leipzig.

Der Verfasser hat es sich zur Aufgabe gemacht, eine gemeinverständliche Einführung in das Gebiet der *Faraday-Maxwell*'schen Anschauungen über das Wesen der Elektrizität zu schreiben, ohne deshalb aber den wissenschaftlichen Weg ganz zu verlassen. An der Hand von Analogien und mit Hilfe guter Abbildungen wird der Leser in das so interessante Gebiet eingeführt, nebenbei mit dem Wichtigsten aus der allgemeinen Wellentheorie bekannt gemacht und an geeigneter Stelle auch auf die praktischen Anwendungen hingewiesen. Das erste Kapitel, die magnetischen und elektrischen Masse, insbesondere Ampère, Volt, Ohm besprechend, erscheint als eine Abhandlung für sich. Die übrigen vier Kapitel behandeln den oben erwähnten Gegenstand in folgender Anordnung: Die *Hertz*'schen elektrischen Schwingungen und die stehenden Wellen auf Drähten. *Hertz*'sche Wellen in freier Luft; Strahlen elektrischer Kraft und die Telegraphie ohne Draht. Die Kraftlinien *Faraday*'s und seine Anschauungen über das Wesen der elektrischen und magnetischen Erscheinungen; die Tesla-Ströme. Ueber Kathodenstrahlen und Röntgen-Strahlen.

Eingesandt.

Die Maschinenfabrik *Karl Flohr* in Berlin teilt uns den Inhalt eines ihr zugegangenen Telegrammes mit, den wir hier wiedergeben.

„Der grosse Hebekran [1]), welchen Sie für die Pariser Weltausstellung trotz der überaus kurz bemessenen Konstruktionszeit fristgerecht geliefert haben, ist heute durch die französischen Ausstellungsbehörden geprüft und abgenommen worden und hat alle Bewegungen unter einer Belastung von 29 t mit grösster Leichtigkeit, Sicherheit und Genauigkeit ausgeführt. Es ist mir ein aufrichtig empfundenes Bedürfnis, Sie zu diesem Erfolge, welcher von der Leistungsfähigkeit Ihrer Firma das beste Zeugnis ablegt, herzlich zu beglückwünschen.“

Reichskommissär Dr. *Richter.*

[1]) *D. p. J.* 1899 **314** * 177.

Arnold Bergsträsser Verlagsbuchhandlung (A. Kröner) Stuttgart.
Druck der Union Deutsche Verlagsgesellschaft ebendaselbst.

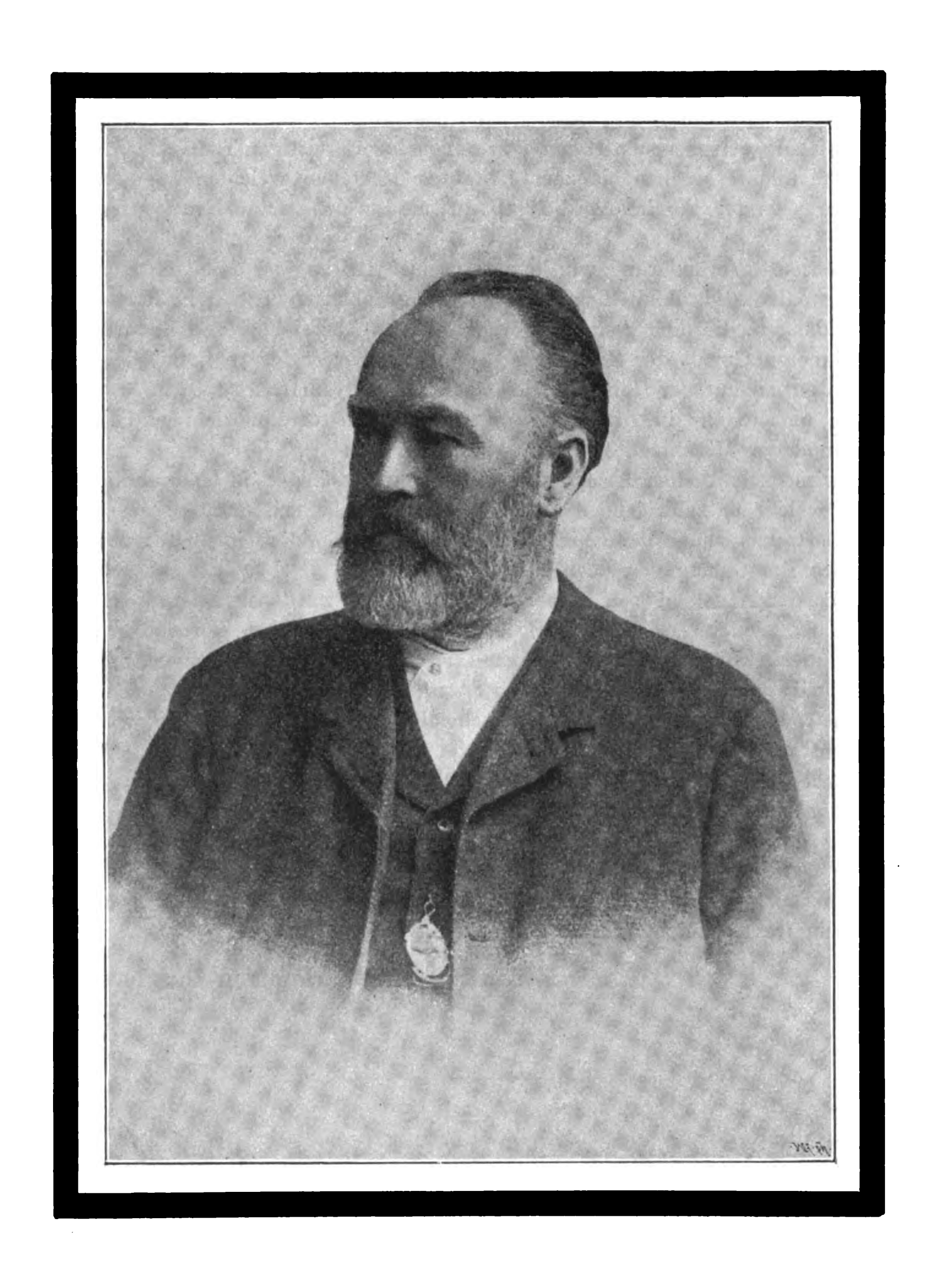


DINGLERS
POLYTECHNISCHES JOURNAL.

81. Jahrg., Bd. 315, Heft 5. Stuttgart, 3. Februar 1900.

Jährlich 52 Hefte in Quart. **Abonnementspreis** vierteljährlich 6 M., direkt franko unter Kreuzband für Deutschland und Oesterreich 6 M. 65 Pf., für das Ausland 7 M. 80 Pf. Redaktionelle Sendungen und Mitteilungen bittet man zu richten: An die Redaktion von „Dinglers Polytechn. Journal" in Stuttgart, die Expedition betreffende Schreiben an Arnold Bergsträsser Verlagsbuchhandlung (A. Kröner) Stuttgart.





August Hollenberg †.

Am 12. Januar vormittags 11 Uhr starb unerwartet schnell im Alter von 64 Jahren und 5 Monaten in Neustadt i. M. *August Hollenberg,* Ingenieur und bis 1899 Chefredakteur von *Dinglers polytechn. Journal.*

August Hollenberg wurde am 17. August 1835 in Meiderich am Niederrhein als Sohn des dortigen Dorfschullehrers geboren. Anfangs zum Lehrerberuf bestimmt, wandte er sich nach Absolvierung des Gymnasiums zu Wesel dem Studium der Technik zu und besuchte zuerst die Provinzialgewerbeschule in Hagen i. Westf., auf welcher er Studien im Maschinenbaufach und in der chemischen Technik oblag. Nachdem er 1 Jahr lang auf der Friedrich-

Wilhelmshütte in Mühlheim a. Ruhr praktisch gearbeitet hatte, bezog er zur Vollendung seines Studiums das königl. Gewerbeinstitut (die jetzige technische Hochschule in Charlottenburg) in Berlin, studierte dort bis zum Jahre 1861 und bekleidete darauf Stellungen als leitender Ingenieur beim Bau und bei der Aufstellung von eisernen Brücken (über die Lahn bei Ems und an anderen Orten), als Ingenieur in Oberhausen (Walzwerk), Sterkrade (Gutehoffnungshütte), als Oberingenieur in Essen (Essener Maschinenfabrik) und als Leiter einer Maschinenfabrik und Eisengiesserei in Dinslaken, wo er später als Zivilingenieur und auch als vielseitiger Schriftsteller thätig war.

Schon früh hatte er einen grossen Teil seiner Thätigkeit auf litterarische Arbeiten verwendet; neben zahlreichen kleineren Arbeiten in verschiedenen technischen und Tageszeitungen (er verfasste u. a. auch während einer längeren Zeitperiode die Berichte über die Lage der Eisenindustrie für die *Kölnische Zeitung*) schrieb er, in Gemeinschaft mit *Daelen* und *Diekmann*, veranlasst durch ein Preisausschreiben des Vereins zur Förderung des Gewerbefleisses in Preussen, ein Werk über die „Kalibrierung der Eisenwalzen", welches mit dem ersten Preise gekrönt wurde und mehrere Auflagen erlebte. Später verfasste er noch ein Buch über „Die neueren Windräder" und veröffentlichte die im Bezirksverein an der niederen Ruhr des Vereins deutscher Ingenieure gehaltenen Vorträge über Schaulinien der Schieberdiagramme, eine Arbeit, wofür ihm vielfache Anerkennung zu teil wurde.

Sein Wunsch, sich ganz schriftstellerischen Arbeiten widmen zu können, ging 1887 in Erfüllung, indem er im Frühjahr dieses Jahres die Redaktion von *Dinglers polytechn. Journal* übernahm. Im Mai 1887 siedelte er nach Stuttgart über und fühlte sich in seiner neuen Heimat, in angenehmer geistiger Thätigkeit, bald ausserordentlich wohl. Die Redaktion leitete er nun ununterbrochen bis zum 1. Januar 1899, an welchem Tage er, gezwungen durch verschiedene Schlaganfälle, deren erster ihn im April 1898 traf, und welche seine Kraft gebrochen hatten, die Schriftleitung niederlegte.

Eine wesentliche äussere Veränderung wurde unter seiner Leitung an dem Journal vorgenommen, indem das Format vergrössert wurde und die bis dahin beigegebenen lithographierten Tafeln in Fortfall kamen; dagegen wurde der Inhalt durch viele Abbildungen, die dem Text beigedruckt wurden, bereichert und dadurch die Verständlichkeit des Textes erhöht. Was den inneren Gehalt der Zeitschrift betrifft, so war er bestrebt, im Sinne von *Dingler*, Vater und Sohn, zu arbeiten und das Journal auf der Höhe der Zeit zu erhalten; vom Jahre 1897 an wurden Aufsätze über Chemie und chemische Technologie nicht mehr in *Dinglers polytechn. Journal* veröffentlicht und dasselbe ausschliesslich der mechanischen Technologie und der Maschinentechnik gewidmet.

Neben der rein wissenschaftlichen Arbeit war seine fleissige Feder in unermüdlicher Thätigkeit für belletristische Zeitschriften, für welche er zahlreiche Aufsätze über technische und naturwissenschaftliche Themata schrieb. Denn es war immer sein Bestreben, auch dem Nichtfachmanne einen Einblick in die Errungenschaften der modernen Wissenschaft durch populäre Darstellung derselben zu verschaffen.

Schwer wurde ihm der Abschied von seiner ihm so lieb gewordenen Thätigkeit. Nachdem er noch kurze Zeit in Stuttgart gelebt hatte, siedelte er zu seinem ältesten Sohne, der den Beruf des Vaters erwählt hat, nach Neustadt in Mecklenburg über, wo er unerwartet schnell am 12. Januar 1900 einem erneuten Schlaganfall erlag. Seinem Wunsche entsprechend, wurde seine Leiche nach Stuttgart überführt, um an der Seite seiner Gattin, welche ihm im Jahre 1891 in den Tod vorausgegangen war, in schwäbischer Erde bestattet zu werden.

Als Mensch schlicht und einfach, von grosser Herzensgüte, aufrichtig und treu, war der Verstorbene wegen seines nicht verletzenden rheinischen Humors beliebt bei allen, die ihm näher traten. Mit Begeisterung und inniger Sympathie hing er an seinem herrlichen Beruf und war stets bemüht, dafür einzutreten, dass die technischen Wissenschaften zu der Würdigung gelangten, die ihnen gebührt. Er war Mitbegründer des Vereins „Hütte" an der königlichen Gewerbeakademie in Berlin und eines der ersten Mitglieder des Vereins deutscher Ingenieure. Auch der von diesem Vereine herausgegebenen Zeitschrift gehörte er in früheren Jahren als Mitarbeiter an.

Wir werden ihm ein treues und dankbares Andenken bewahren.

Redaktion und Verlag von Dinglers polytechn. Journal.

Der Norddeutsche Lloyd und sein Doppelschraubenschnelldampfer „Kaiser Wilhelm der Grosse".

(Schluss von S. 53 d. Bd.)

Von den weiteren Hilfsmaschinen verdienen vor allen diejenigen Erwähnung, welche zur Sicherheit des Schiffes unerlässlich sind:

1. Die Dampfsteuermaschine, von welcher wir in Fig. 84 und 85 Abbildungen bringen. Dieselbe ist hergestellt von *Brown Brothers und Co.*, Edinburg, und hat das 17 t schwere Steuerruder zu bewegen.

Da von der Reichsmarinebehörde in Anbetracht der Verwendung des „*Kaiser Wilhelm der Grosse*" als Kauffahrteikreuzer verlangt war, dass die Steuermaschine vollständig unter der Ladewasserlinie zu lagern sei, so erschien die obige Steuermaschine am geeignetsten.

Die Steuermaschine ist vollständig auf dem Ruderarm gelagert, welcher an seinem vorderen Ende zu einer mit



Führungslagern versehenen Gabel ausgebildet ist, die ein Stahltrieb von etwa 460 mm Teilkreisdurchmesser zwischen sich aufnimmt, mit welchem wiederum ein Schneckenrad durch eine sich im Inneren ausdehnende Reibungskuppelung mit Federausrückung verbunden ist; der Trieb seinerseits greift in ein Zahnsegment mit etwa 5,5 m Teilkreisradius, welches mit dem Deck fest verschraubt ist.

Fig. 84.

a Ruderarm. *b* Umsteuerventil. *c* Dampfbrauch. *d* Auspuffbrauch. *e* Motorcylinder.

Fig. 85.

Dampfsteuermaschine.

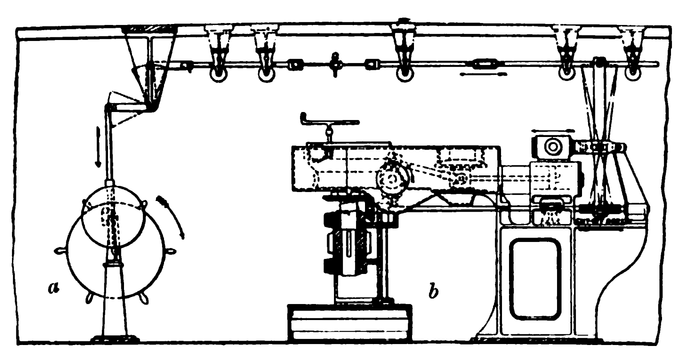
a Ruderarm. *b* Hauptsteuermaschine.

Die Maschine empfängt nun ihren Dampf durch eine Doppelstopfbüchse, welche über der Achse des Ruderarms angeordnet ist, und bläst ihn in derselben Weise aus. Die



Cylinder haben Kolbenschieber und die Umsteuerung wird mittels dieser durch den Wechsel der Richtung des Dampfeintritts in die Cylinder bewirkt. Durch die auf der Kurbelachse sitzende Schnecke wird das mit dem Trieb in der Gabel verbundene Schneckenrad in Bewegung gesetzt und der Steuerarm muss sich mittels des Triebes am Zahnsegment nach Steuerbord oder Backbord überlegen.

Bei diesem Vorgange hat jetzt die Reibungskuppelung die Aufgabe einer Sicherheitsbremse zu erfüllen, sie hat ein Futter von Hartholz, welches festgeschraubt ist und durch kräftige Federn in seiner Lage gehalten wird. Diese Federn erlauben, dass das Ruder, selbst wenn sich das Schiff in voller Fahrt befindet, hart übergelegt werden



a Unterwassersteuerständer. *b* Hilfssteuermaschine.

Fig. 86.

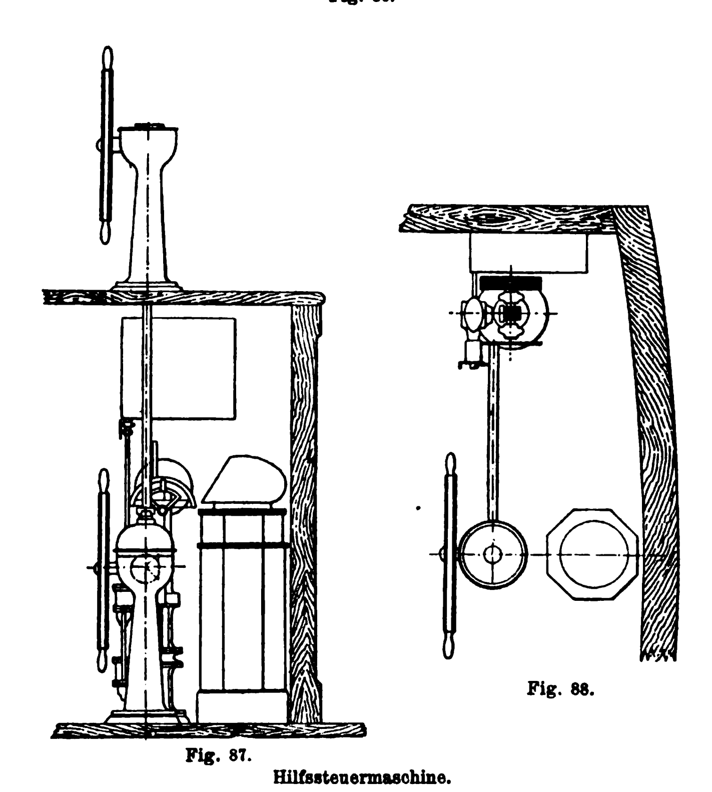


Fig. 87. Fig. 88.

Hilfssteuermaschine.

kann, geben aber sofort nach, sobald der Widerstand die in der Steuervorrichtung zu Grunde gelegte Grösse überschreitet.

Wie in allen fein und scharf gebauten Schiffen hat auch bei dem *„Kaiser Wilhelm der Grosse“* die Anordnung der Steuermaschine unter der Wasserlinie seine grossen Schwierigkeiten bereitet, denen man dadurch begegnete, dass man den Ruderarm falsch auf Deck aufsetzte und durch 6100 mm lange Pleuelstangen nach rückwärts mit dem eigentlichen Ruderquerhaupt verband, welches eine Länge von 1220 mm erhielt. Der Ruderarm hat eine Länge von 5035 mm und ist in Gussstahl hergestellt.

Ausser der Hauptsteuermaschine ist noch eine Hilfsmaschine vorgesehen, welche in ähnlicher Weise wie erstere betrieben wird, sie entwickelt etwa $^1/_3$ der Kraft der Hauptmaschine und wirkt mittels Gallscher-Kette auf den Ruderarm. Beide Steuermaschinen arbeiten in geschlossenen Oelkästen.

Die Schiebersteuerung der Steuermaschine ist durch einen hydraulischen Telemotorcylinder bewirkt (Fig. 86 bis 88), welcher durch zwei Kupferleitungen von je 13 mm innerem Durchmesser mit den beiden Steuermaschinen verbunden ist.

Weitere Telemotorständer befinden sich im Steuerhaus — auf Backbordseite angeordnet —, sowie genau oberhalb dieses letzteren auf Brückendeck. Diese beiden letzten Vorrichtungen sind miteinander durch ein Gestänge verbunden, dieselben dienen jedoch nur zur Schiffsführung in gefährlichen Gewässern, oder wenn letztere zu stark befahren sind, wie an der Einfahrt in Flüsse u. s. w. Der am meisten gebrauchte Telemotorständer befindet sich auf dem Poopdeck oberhalb des Salons II. Klasse, derselbe ist mit den Steuermaschinen durch die üblichen Rohrleitungen verbunden.

Schliesslich ist noch ein Stand ganz nahe der Steuermaschine vorgesehen, so dass wohl kaum der Fall einer gänzlichen Unverwendbarkeit aller Rohrleitungen platzgreifen kann.

Brown's „Telemotor“ (Fernbeweger) besteht im wesentlichen aus einer Pumpe mit besonderer Einrichtung, deren Kolben seine Auf- und Niederbewegung durch ein kleines Steuerrad erhält. Telemotor und Rohrleitung sind beide voll Wasser vermischt mit Glycerin, um das Einfrieren zu erschweren. Die Handhabung drückt — ob in dieser oder jener Richtung ist gleichgültig — zwei Spiralfedern zusammen, die genau oberhalb der Hauptsteuermaschine angeordnet sind, so dass, wenn der Helm hart übergelegt ist und jetzt das Schiff in seiner Richtung gehalten werden soll, es nur des Entlastens der Feder bedarf, worauf sie die Maschine auf Mittschiffslage zurückgehen lassen wird.

Die Federn haben aber auch noch eine andere Aufgabe zu vollbringen; es öffnet sich nämlich im Falle der Neigung des Telemotorzeigers, die Verbindung mit seinem Cylinder hinten zu verlieren, eine Verbindung zwischen beiden Cylinderenden, und zwar jedesmal, wenn das Rad von Backbord nach Steuerbord hinüberbewegt wird oder umgekehrt; auf diese Weise wird den Federn ebenfalls die Möglichkeit gegeben, das Ruder in seine Lage mittschiffs zurückzubringen.

Fast so wichtig wie die Steuermaschine ist das Gangspill und die Ankerlichtmaschine, welche wir in den Fig. 89 bis 92 abbilden und die von *Napier Brothers, G. m. b. H.*, Glasgow, geliefert wurden.

Das Schiff führt an:

1. Ankern.	
4 Buganker (*Hall*'s Patent ohne Stock) je	6000 kg
1 Stromanker „ „ „ „ .	2500 „
1 Fischanker (*Trottmann*)	950 „
2. Ketten.	Durchmesser
540 m Stegkettenkabel	76 mm
150 „ „	50 „
3. Taue.	Umfang
185 m Stahldraht oder Hanftau	165 / 465
185 „ Hanftau	405
185 „ „	320

Die Ankermaschinen haben 432 mm Cylinderdurchmesser bei 356 mm Hub bezw. 330 mm Cylinderdurchmesser und 305 mm Hub. Die Maschinen sind auf Deck in leicht zugänglicher Weise angeordnet und können eine gegen die andere ausgewechselt werden. Die Schneckenräder haben einen Stahlkern und Kränze von Kanonenmetall mit vor Maschine geschnittenen Zähnen und arbeiten in Schnecken, welche aus Stahl geschmiedet und ebenfalls vor Maschine genau geschnitten sind.

Früher war das Schneckenrad aus Stahlguss und arbeitete mit Schnecken aus Phosphorbronze zusammen.

Hinten auf dem Poopdeck befindet sich eine Gangspillmaschine mit 50 mm Kettenstopper für das Stromkabel, deren Cylinder 305 mm Durchmesser haben bei

305 mm Hub; eine weitere Gangspillmaschine ohne Kettenstopper hat Cylinder von 230 mm Durchmesser bei 255 mm Hub.

Die übrige Deckmaschinerie umfasst:

6 *Dampfwinden* — Lieferant *Achgelis*, Geestemünde —, 5 derselben haben 152 mm Cylinderdurchmesser bei 254 mm

Eine nennenswerte Neuerung haben auch die *Rettungsringe* erfahren, sie sind nicht mehr in Ringform, sondern in Hufeisenform ausgeführt, so dass es einem im Wasser befindlichen Menschen möglich ist, seitwärts hinein zu schlupfen.

Eine ganz bedeutende Verwendung hat die Elektrizität gefunden.

Fig. 89.

Fig. 90.

Fig. 91.

Fig. 92.

Gangspill und Ankerlichtmaschine.

Hub, 1 derselben hat 204 mm Cylinderdurchmesser bei 254 mm Hub.

2 *Bootshisswinden* mit 125 mm Cylinderdurchmesser und 204 mm Hub.

An *Booten* führt das Schiff:

16 Stück je 9140 mm lang, 2600 mm breit und 1065 mm tief, 2 Stück etwas kleiner und 6 Stück zusammenlegbare Boote, 7900 mm lang und 2130 mm breit.

An Deck sind die mit ziemlicher Schwierigkeit zu verlegenden Sprachrohre in Wegfall gekommen und statt dessen lautsprechende Telephone angebracht, die noch in ziemlichem Abstand vom Apparat vernehmbar sind, und deren Verlegung durchaus keine Schwierigkeiten bietet — die Apparate, deren jedes aus einem Telephon und einem Mikrophon besteht, welch letzteres eben das *laute* Sprechen veranlasst, sind in einem länglichen, wasserdichten Metall-



gehäuse eingeschlossen und mit einer Alarmglocke, sowie mit einem Rufdrücker versehen. Mikrophon und Glocke entnehmen ihren Strom der elektrischen Lichtleitung, die hierfür verwendbar gemacht ist. Auf *„Kaiser Wilhelm der Grosse“* sind die beiden Kommandobrücken mit den beiden Maschinenräumen und der Poop verbunden.

Es befinden sich daher auf jeder Brücke drei Apparate, welche je nach der betreffenden Brücke, von welcher die Schiffsleitung Gebrauch macht, in den Strom eingeschaltet werden.

In gleicher Weise sind die beiden Maschinenräume je mit den vier Kesselräumen verbunden, wofür 2 × 4 Apparate zur Verwendung kommen.

Für jeden Apparat an einer Abgangsstelle muss selbstverständlich ein solcher an der Endstelle vorhanden sein.

Sehr interessant ist auch die elektrische Zeigevorrichtung für die wasserdichten Thüren in den Schotten, welche im Kartenhause angeordnet ist. Auf einer Tafel mit der schematischen Schiffsanordnung (Fig. 93) sind die Thüren in roten (Backbord) und grünen (Steuerbord) Oeffnungen gekennzeichnet; ist die Thür jedoch geschlossen, so schliesst sich auch die Oeffnung mit einer weissen Scheibe, welche dann zugleich die Nummer dieser besonderen Thür, sowie ihre Bestimmung angibt. Eine Verschiebung dieser Scheiben verhindern Elektromagnete, welche dauernd in den Stromkreis eingeschaltet sind.

Auf diese Weise ist die Schiffsleitung bezw. der Lotse stets über den Stand dieser wichtigen Verkehrsmittel an Bord von Schiffen unterrichtet. Den nötigen Strom liefert auch hier die Lichtleitung; doch ist eine Akkumulatorenbatterie als Ersatzleitung vorgesehen, falls je durch irgend einen unvorhergesehenen Zufall die Lichtleitung versagen sollte. Diese Einrichtung war vorher auf dem Dampfer des *Norddeutschen Lloyd „Königin Luise“* von den *Stettiner Elektrizitätswerken, A.-G.* geschaffen und bewährte sich derart, dass sie auch jetzt wieder Verwendung fand.

Die Lichtanlage wurde von der *Allgemeinen Elektrizitätsgesellschaft Berlin* eingerichtet und umfasst 1712 Glühlampen von je 25 Normalkerzenstärke, wovon 253 auf das Promenadendeck, 463 auf das Oberdeck, 472 auf das Hauptdeck, 150 auf das Zwischendeck, 234 auf Kessel- und Maschinenraum und die übrigen auf das Sonnenzeltdeck und die sonstigen Räume entfallen.

Der Saal und die Gesellschaftsräume I. Klasse sind mit 250, die gleichen Räume II. Klasse mit 190 Lampen ausgestattet.

Lampen, sowie ihre Fassungen passen sich ihren verschiedenen Zwecken durchaus an und sind die elektrischen Kronen und die Wandlampen in der I. Klasse, zum Teil auch in der II. Klasse, von sehr gefälliger Wirkung. Wo die bewohnbaren Räume zeitweilig für Gepäckladezwecke Verwendung finden, werden die Lampen durch zweiteilige gusseiserne Hüte verschlossen.

Die Lampen sind in gleicher Anzahl auf verschiedene Stromkreise verteilt, so dass überall gleich starke Sicherungen zur Verwendung kommen, wodurch die Aufgabe der Beaufsichtigung sehr vereinfacht ist.

Fig. 94 zeigt die Anordnung der Lampen für eine Schiffsabteilung, die aber für alle übrigen mustergültig ist. Der höchste gleichzeitige Kraftbedarf für die Lichtanlage beträgt 90 Kilo-Watt, der grösste Spannungsverlust 3 Volt.

Die verschiedenartigste Verwendung finden auch die Elektromotoren. 6 PS Gleichstrommotoren — Type S 50 — für 100 Volt bei 950 Umdrehungen treiben 16 Luftsauger in den Kesselräumen, die bei einem Schaufeldurchmesser von 700 mm 250 cbm Luft in der Minute leisten. Durch Anlasswiderstände lässt sich die Geschwindigkeit um 30 % vermindern.

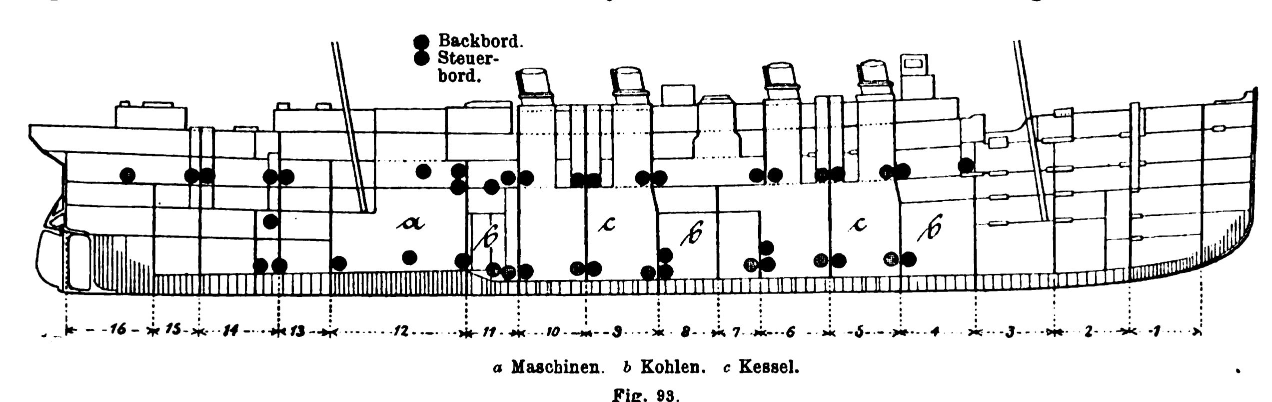
Motor und Luftsauger sind auf gemeinsamer Grundplatte aufgestellt und durch Stahlband miteinander verbunden. Ein Kasten, der beide umschliesst, hält Staub und Feuchtigkeit ab und genügt zugleich den Bestimmungen zur Verhütung von Unfällen. Der geringe Raum, den die ganze Anordnung beansprucht, sowie das geringe Gewicht machen dieselbe für Verwendung auf Schiffen ausserordentlich geeignet.

Die verbrauchte Luft entweicht durch ein unterhalb des Kesselraumfussbodens verlegtes Rohr in die äussere Atmosphäre.

Ein ähnlicher 10 PS Motor — Type S 100 — mit einer Leistung von 400 cbm in der Minute bei 900 Umdrehungen ist im Bug des Schiffes für die Räume im Hauptdeck aufgestellt; auch der Maschinenraum, die Küche und andere Räume haben gleiche Lüftungsvorrichtungen von entsprechender Grösse.

Die Werkstatt erhält ihren benötigten Kraftbetrieb von einem im Hauptdeck aufgestellten 3 PS Motor.

Für die Zwecke der Post, sowie für die Vorratsräume



a Maschinen. *b* Kohlen. *c* Kessel.

Fig. 93.

Elektrische Zeigevorrichtung für den Verschluss der wasserdichten Thüren in den Schotten.

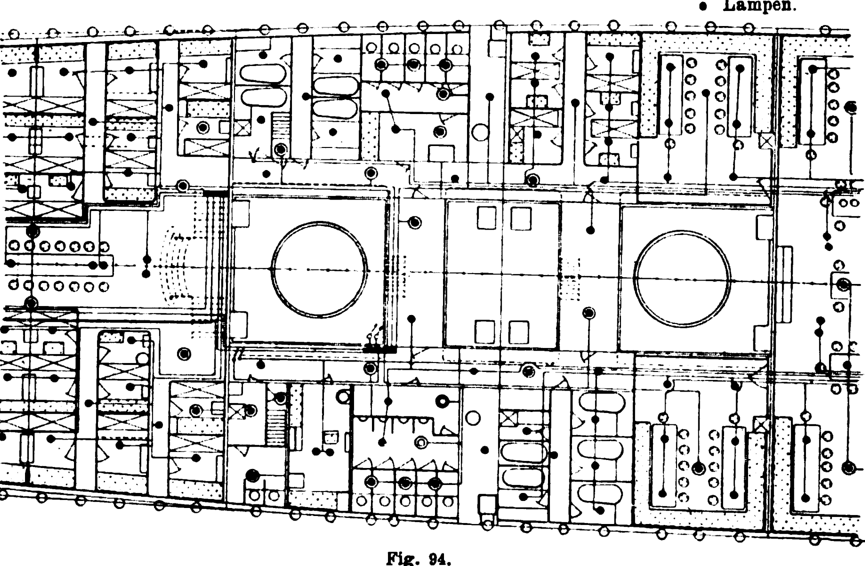


Fig. 94.

Beleuchtungsschema.

sind Aufzüge eingerichtet und für dieselben ebenfalls zwei Stück 3 PS Motoren verwendbar gemacht, bei welchen ganz besonders durchaus geräuschloses Arbeiten bedingt war, und welche bei 800 minutlichen Umdrehungen 300 bis 400 kg mit einer Geschwindigkeit von 0,457 m in der Sekunde auf eine Gesamthöhe von 11 m heben.

Der Antrieb der Seiltrommel erfolgt durch Schnecke und Schneckenrad, von denen die erstere vollständig in Oel läuft; die Hemmung geschieht durch Handseil und Bremsband, ausserdem wird der Motor in seinen Endstellungen selbstthätig ausgerückt.

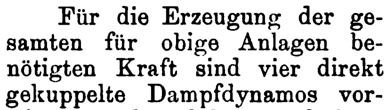


Fig. 95. Elektrischer Ofen der Allgemeinen Elektrizitätsgesellschaft Berlin.

Elektrische Wassererhitzung im Frisierraum und in den Anrichteräumen, Zigarrenanzünder in Rauchzimmern und *mannigfaltige andere Verwendung* der Elektrizität für Heiz- und Kochzwecke — zu denen auch der in Fig. 95 gezeigte Ofen gehört, wie ihn die *Allgemeine Elektrizitätsgesellschaft Berlin* herstellt —, ist bereits eingeführt und wird jedenfalls immer mehr ausgebildet werden.

Für die Erzeugung der gesamten für obige Anlagen benötigten Kraft sind vier direkt gekuppelte Dampfdynamos vorhanden, welche auf gemeinsamer Grundplatte aufgebaut sind. Die Grundplatten sind zur Herabminderung der Erschütterungen und des Geräusches auf das denkbar kleinste Mass mit einem starken Cementfilz unterlegt.

Drei dieser Dynamos sind unmittelbar hinter dem Maschinenraum in einer zwischen den Wellen wasserdicht eingebauten Abteilung angeordnet; die zweifachen Verbundmaschinen haben 280 bezw. 470 mm Durchmesser bei 250 mm Hub und leisten mit 250 minutlichen Umdrehungen je 110 PS_i.

Die vierte befindet sich innerhalb der Backbordmaschinenabteilung in Hauptdeckhöhe, um auch für den Fall, dass je einmal der Maschinenraum bis zum Hauptdeck unter Wasser stände, jedenfalls noch für einige Zeit einen Vorrat an elektrischer Kraft zur Verfügung zu haben. — Dieser Gedanke bleibt natürlich nur so lange durchführbar, als ausserdem noch wenigstens ein Kesselraum bedienbar bleibt.

Die Leistung der Maschine ist die gleiche wie diejenige der drei anderen, nur musste mit Rücksicht auf die beschränkte Höhe im Deck der Hub auf 220 mm verringert, die Umdrehungszahl auf 300 Umdrehungen erhöht werden.

Alle vier Maschinen arbeiten auf See — also im regelrechten Dienst — mit Kondensation, im Hafen jedoch, wo Frischwasser reichlich vorhanden, dagegen wenig Kraft erforderlich ist, kann die Kondensation durch ein Wechselventil ausgeschaltet werden.

Der Gang der Maschine steht unter dem Einfluss eines Achsenregulators, der auf den Schieber des Hochdruckcylinders wirkt.

Die Dynamos — gebaut für 700 Ampère und 100 Volt bei gewöhnlicher Geschwindigkeit von 250 Umdrehungen — sind 8polige Nebenschlusserreger nach der verbesserten Type F. G. 800 mit Trommelarmatur. Der ringförmige Stahlgussrahmen trägt die strahlenförmig nach innen ragenden Pole, die sich in einer sogen. Polbüchse vereinigen; bei dieser Anordnung ist ein sehr allmählicher Uebergang in den magnetischen Feldern, welche zwischen den verschiedenen Polen liegen, und ferner funkenloses Arbeiten bei jeder Belastung ohne weitere Einstellung der Bürsten gesichert.

Die Dynamos, sowie die Motoren sind mit Kohlebürsten versehen. Der Bequemlichkeit und Sparsamkeit halber ist bei den Lagern Ringschmierung zur Anwendung gekommen.

Der Strom der drei Dynamos der unteren Gruppe ist nach zwei nebeneinander angeordneten Schaltbrettern geleitet; von dem grösseren derselben werden die Leitungen für die Lampen abgezweigt, von dem kleineren diejenigen der Motoren; beide Schaltbretter sind aber wieder unter sich durch Leitungen verbunden, so dass die Einschaltung jeder Dynamo für Licht oder Kraft sich nach jeweiligem Bedürfnis vornehmen lässt. Die vierte Dynamo hat zwar ihr eigenes Schaltbrett, welches letztere aber auch mit dem Hauptbrett in Verbindung steht, so dass auch der Strom dieser Dynamo von dort entnommen werden kann; die Dynamos lassen sich daher sehr wohl alle parallel schalten, oder aber ein Teil liefert den Kraft-, der andere den Lichtbedarf.

Die Spannung sowohl der unteren Anlage mit drei Dynamos, als auch der oberen mit nur einer Dynamo lässt sich in beiden Dynamoräumen ablesen.

Die gesonderte Aufstellung der vierten Dynamo hat übrigens dazu geführt, für gewöhnlich an sie den Tages- und Aufsichtsdienst anzuhängen, d. h. sie muss jenes Netzwerk von Leitungen speisen, welches sich über alle Maschinen- und Kessel-, Vorrats- und Geräteräume, über alle Offiziers- und Mannschaftskammern, Gänge, kurz über alle Räume, wohin Tageslicht überhaupt nicht dringen kann, verteilt. Die Vereinigung der Beleuchtung aller dieser Räume zu besonders durchdachten Stromkreisen hat auch seine Vorteile für den Hafendienst und verhindert die Deckmannschaft an ein willkürliches Aus- und Einschalten von Lampen zum Nachteil der Maschinen.

Die *Leitungen*, soweit sie in den Maschinenräumen zur Verwendung kommen, sind mit Eisenblech bewundene Bleikabel, deren Seele mit Gummi isoliert ist. Die etwas schwierigere Verlegung macht sich durch grössere Sicherheit und längere Dauerhaftigkeit mehr wie bezahlt. Die Zweigleitungen, ebenfalls mit Gummi isoliert, sind durch eiserne Rohre gezogen und die Verbindungsstellen in wasserdichte gusseiserne Kästen eingeschlossen.

In anderen Teilen des Schiffes sind die mit Gummi isolierten Leitungen durch Papierrohre gezogen, über welche schon bei der Herstellung schwache Messingrohre geschoben wurden; diese Rohre bieten ein sehr dauerhaftes und gefällig wirkendes Verlegungsmittel.

Die Verteilungskästen sind — in einer Anzahl von 27 in den verschiedenen Decks angeordnet — in kleinen Teakholzschränken verschlossen, die eine Schiefergrundplatte, Bajonettverschlüsse und doppelpolige Sicherung in gefälliger Anordnung enthalten.

Eine weitgehende Durchbildung hat im Laufe der Jahre beim *Norddeutschen Lloyd* die Erhaltung der leicht verderblichen Vorräte *„für den Tisch“* erfahren, und die Kälteerzeugung spielt auch an Bord des *„Kaiser Wilhelm der Grosse“* eine bedeutende Rolle.

Für die Erzeugung der nötigen Kältemengen ist ein Ammoniakkompressor von *Linde's Eismaschinengesellschaft*, Wiesbaden, aufgestellt — Modell C nach *Linde*'s Verzeichnis für Schiffskühlanlagen —. Derselbe ist in Fig. 96 dargestellt und zeigt einen rechteckigen Untersatz, auf welchem oben in wagerechter Anordnung eine Dampfmaschine verbunden mit einem Compoundkompressor gelagert ist.

Das Compoundsystem mit zweistufiger Kompression der Ammoniakdämpfe hat sich für die tropischen Gewässer, wo infolge der grösseren Hitze und des wärmeren Kühlwassers mit Drücken bis zu 15 at in den Ammoniakdämpfen zu rechnen ist, als notwendig erwiesen. Der Apparat besteht aus zwei einfach wirkenden Kompressorcylindern, von welchen der vordere und grössere vorn an der Stopfbüchsenseite liegt, die Dämpfe aus dem Verdampfer ansaugt und dem hinter ihm angeordneten kleineren Cylinder zu treibt, der seinerseits in den Kondensator drückt. Da der Druck auf der Stopfbüchsenseite niedriger ist als im Kondensator, so ist die Maschine auch in tropischen Gegenden leicht dicht zu halten. Die Ammoniakverluste sind dabei *ganz geringfügig* und der Einfluss der schädlichen Räume auf die Nutzwirkung des Kompressors ist beinahe vollständig beseitigt; die Leistung aber ist dem Einfluss der Kühlwassertemperatur weniger unterworfen.

Seitlich am Untersatz befindet sich in stehender Anordnung die von der Kurbelwelle betriebene Kaltwasserpumpe. Im Inneren des Untersatzes ist der Kondensator angeordnet, welcher sich zum Zweck der Reinigung seitlich herausnehmen lässt. Das flüssige Ammoniak tritt zuerst durch ein Regulierventil in einen patentierten Am-

moniakspeiseapparat, welcher einen gleichmässigen und selbstthätigen Zufluss des flüssigen Ammoniaks und zwar jederzeit im Verhältnis zur Umdrehungszahl der Maschine gewährleistet, wie er eben für beide Systeme der Kälteschlangen erforderlich ist; dadurch wird die Einstellung der Kältemaschine fast gänzlich unabhängig von jeder Bedienung, was eben auf Schiffen als ein Haupterfordernis angesehen werden muss.

Die Verdampfung des flüssigen Ammoniaks findet in drei Kühlschlangen statt; die eine dient zur Kühlung des

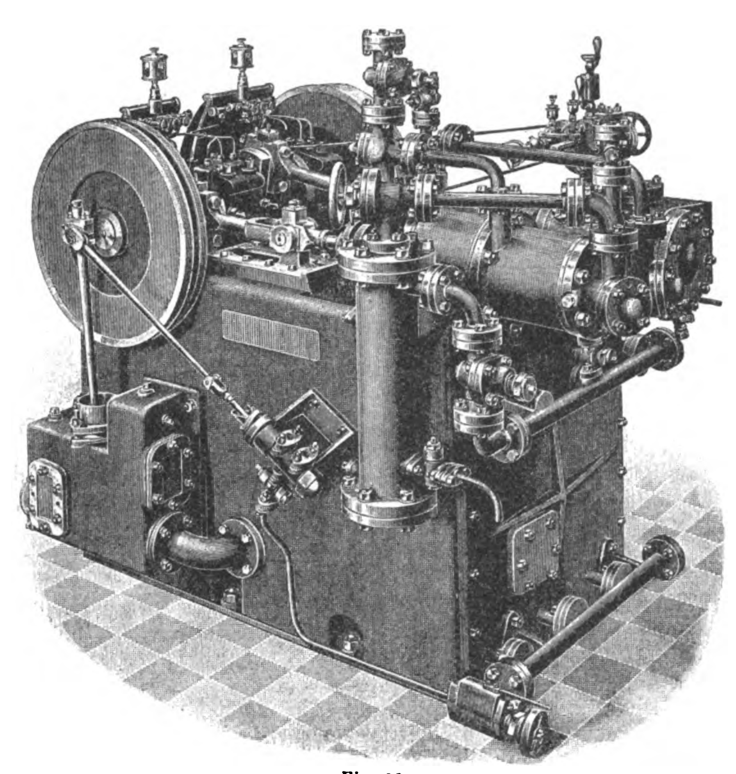


Fig. 96.
Ammoniakkompressor von Linde's Eismaschinengesellschaft.

Fleischraumes mit 204 cbm Fassungsvermögen netto, die zweite zur Kühlung des Butterraumes mit 35 cbm Fassungsvermögen, und die dritte zur Erhaltung des Eises im Eisraum mit 112 cbm Fassungsvermögen. Diese Räume werden in einer Temperatur von 0° und darunter gehalten, mit entsprechend weiteren Grenzen bei Reisen durch das Rote Meer.

Die Kühlung des Fleischraumes erfolgt derart, dass ein elektrisch betriebener Luftsauger — System *Blackman* — die Luft von dem Fleischraum beständig absaugt und zum Zwecke der Kühlung, Durchmischung und Reinigung gegen die Kühlschlange treibt, die in einer eigenen isolierten Kammer untergebracht ist, und von dort in den Fleischraum zurückpresst. Durch diesen „mechanisch" bewerkstelligten Kreislauf wird erfahrungsgemäss eine gute reine Luft erzeugt und eine durchgreifende und schnelle Kälteeinwirkung auf die frisch eingebrachten Vorräte erzielt, ein Umstand, der bei Fahrten in tropische Gegenden von grösster Wichtigkeit ist.

Die Ablagerungen von Schnee und Eis an der Kühlschlange lassen sich jederzeit leicht entfernen, indem man die Kühlthätigkeit für kurze Zeit unterbricht und den Luftsauger statt aus dem Fleischraum aus einem benachbarten Gang oder aus der Ladeluke warme Luft absaugen und gegen die Kühlschlange treiben lässt, bis die Oberfläche frei wird, was ja infolge der Aufstellung in einem eigenen Raum geschehen kann, ohne dass die Vorräte durch die Feuchtigkeit geschädigt werden.

Im Butterraum sowohl wie im Eisraum sind die Kühlschlangen gegen die Decken dieser Räume befestigt und erfolgt die Kühlung durch „natürlichen" Luftumlauf, weil hier weder eine sehr schleunige Absaugung der wärmeren Luft, noch auch eine vollständige Trockenheit der gekühlten Luft verlangt wird. Die zwei Schlangen dieser Räume bilden das zweite System der Kühlung und werden ebenfalls, wie schon vorher erwähnt, durch den patentierten Speiseapparat mit Ammoniak versehen.

Wie jeder Raum von der Kälteeinwirkung abgeschlossen werden kann, so lässt sich andererseits diese Einwirkung auf die einzelnen Räume verstärken.

Die vorgehend beschriebene Kühlanlage war die derzeit zehnte, welche *Linde* dem *Norddeutschen Lloyd* lieferte, im ganzen war das Modell C damals 3038mal ausgeführt, darunter 124mal für Seeschiffe (auch für die kaiserl. Jacht *„Hohenzollern"*).

Wir wollen hier noch erwähnen, dass in den Maschinen- und Kesselräumen des *„Kaiser Wilhelm der Grosse"* 47 Maschinen verschiedenster Art, Dampfpumpen, Dynamo, Kühlanlage u. s. w. vorhanden sind. Im ganzen sind 68 Maschinen mit 124 Cylindern über das ganze Schiff verteilt.

Die für Löschzwecke im Falle eines Brandes oder für Lenzzwecke im Falle eines Zusammenstosses verwendbare Leistungsfähigkeit der Pumpen beträgt 3600 $^{Std.}/_{t}$.

Indem wir jetzt auf die Leistungen der Hauptmaschine kurz zurückkommen, sei erwähnt, dass über die erste Reise folgende Angaben vorliegen:

Kesseldruck 12,3 $^{kg}/_{qcm}$ Ueberdruck. Vakuum 0,86 $^{kg}/_{qcm}$.

	Mittlere Drucke $^{kg}/_{qcm}$		PSi	
	Steuerbord- Maschinen	Backbord- Maschinen	Steuerbord- Maschinen	Backbord- Maschinen
Hochdruckcylinder .	4,75	4,75	3994	3893
Mitteldruckcylinder .	1,65	1,62	4140	3961
Niederdruckcylinder .	1,10	1,20	3187	3106
Niederdruckcylinder .	1,20	1,10	3476	3888
Zusammen			14797	14388
Beide Maschinen zusammen			29145	

Der *„Kaiser Wilhelm der Grosse"* sichtete am 22. September 1897, morgens 2 Uhr, zum erstenmal die „Needles" und erreichte Sandy-Hook 5 Tage 22 Stunden 45 Minuten später, durchfuhr somit die 3050 Knoten oder 5597 km lange Strecke mit einer mittleren Geschwindigkeit von 21,36 Knoten oder 39,2 $^{km}/_{Std.}$ Von 12 Uhr mittags auf 12 Uhr mittags durchlief er dabei nacheinander folgende Teilstrecken:

531 495 512 554 und 564 Knoten
= 974 908 940 1017 und 1035 km,

auf letzterer Teilstrecke erlangte er also unter Berücksichtigung des Mit-der-Sonne-Fahrens eine stündliche Geschwindigkeit von über 42 km.

Die Geschwindigkeiten der ersten sechs Reisen waren wie folgt:

	Ausreise					Heimreise				
	Ganze Dauer			Mittlere Geschwindigk. in Std.		Ganze Dauer			Mittlere Geschwindigk. in Std.	
	Tage	Std.	Min.	Knot.	km	Tage	Std.	Min.	Knot.	km
Reisen:										
1. Sept. 97 .	5	22	45	21,36	39,2	5	15	10	22,35	—
2. Okt. 97 .	—	—	—	21,22	—	—	—	—	19,78	—
3. Nov. 97 .	6	1	3	21,07	—	5	17	8	21,90	—
4. Dez. 97 .	—	—	—	18,55	—	—	—	—	21,88	—
5. 1. März 98	—	—	—	21,58	—	—	—	—	21,76	—
6. 29. März 98	—	—	—	21,95	—	—	—	—	21,05	—

Die schnellste Reise wurde im Oktober 1899 ausgeführt, bei welcher für die *Ausreise* 5 Tage 18 Stunden und 5 Minuten gebraucht wurde, was einer mittleren stündlichen Geschwindigkeit von 21,7 Knoten entspricht. Die grösste bekannt gewordene Maschinenleistung beziffert sich auf 32000 PSi.

Die grossartige Leistungsfähigkeit des *„Kaiser Wilhelm der Grosse"* hat sich also nicht nur während dreier Jahre bewährt, sondern sogar noch gesteigert.



An der Jahrhundertwende stehend, werden wir schliesslich zu einigen Vergleichen fast gezwungen:

Vor 50 Jahren der deutsche Name zur See fast erloschen, heute das unverdrossene und durch keine anfänglichen Misserfolge zu vernichtende Bestreben und Kraftvertrauen der einen Gesellschaft — des *Norddeutschen Lloyd* — derart gekrönt, dass dieselbe neben der *Hamburger Packet-Fahrt-Gesellschaft* nicht nur die grösste und auf das Eleganteste eingerichtete Gesellschaft Deutschlands, nein, der ganzen bekannten Welt geworden ist, und sein Schiff *„Kaiser Wilhelm der Grosse“* das zur Zeit *„schnellste“* [1]).

Vor 50 Jahren der Eisenschiffbau in Deutschland kaum geboren, heute die deutschen Schiffsbauwerften in der Lage, die Kriegs- und Handelsmarine mit den gewaltigsten, schnellsten und sowohl offensiv als auch defensiv stärksten Schiffen zu versehen.

Vor 50 Jahren die Vertretung des *deutschen Volkes* eifrig — wenn auch vergeblich — bemüht, dem Vaterlande eine Reichseinheit und eine *Deutsche Flotte* zu schaffen, heute die Reichseinheit *zum grossen Teil* eine Wahrheit geworden, mit der *die Welt* rechnet, und die Ausbildung der Deutschen Flotte zu einer Stärke, wie es Deutschlands Machtstellung und seine gewerbliche Bedeutung erfordert, in aller nächste Nähe gerückt.

Wohl mag die Kostenfrage noch eine Rolle spielen, aber sie darf kein Hindernis werden und wird es auch nicht werden, dafür spricht die Geschichte der unangespornten Aufopferungsfreudigkeit unseres Volkes in den Jahren 1806 bis 1813; dafür spricht auch die Geschichte der Jahre 1848 bis 1851 — der Zeit des deutschen Völkerfrühlings.

Deutschland kann und darf sich nicht beschämen lassen [2]), weder durch Frankreich, das nach den siebziger Jahren unter Aufbietung aller in der Vaterlandsliebe sich zusammenfindenden Kräfte seines Volkes in wenig Jahren die Summe von 5 Milliarden abgetragen hat, und doch Handel und Wandel in Wege leitete, die zu grossen Erwartungen berechtigten — wenn schliesslich diese Erwartungen nicht erfüllt wurden, so lag das an Parteiungen, Spaltungen und verworrenen Zuständen in unserem hochbegabten Nachbarlande, die Deutschland sich sollte *zur Warnung* dienen lassen —, noch durch Japan, dem jüngsten Kulturstaat der bekannten Welt, der ohne den Vorzug einer christlichen Kultur zu kennen, seit nahezu 50 Jahren — 1853 zwang *Commodore Perry* Japan erstmals mit Amerika Beziehungen anzuknüpfen — unter Aufbringung aller, auch der schwersten Opfer freudig bemüht ist, sich eine berechtigte Stellung im Konzert der Mächte zu erringen und das in diesem Bestreben während der letzten Jahre in zwei Arbeitsabschnitten seines Reichstags die Summe von 660 Millionen Mark für Heer und Flotte zur Verfügung stellte.

Sollte Deutschland angesichts der letzten Vorkommnisse, als da sind: die Vorgänge auf Samoa, der Kampf Englands für seine Suprematie in Afrika gegen uns stammverwandte Staaten, die Beschlagnahme deutscher Schiffe in neutralen Gewässern, nicht jederzeit die Summe von einer Milliarde Mark dem Staate und einem Vertrauensausschuss zur Verfügung stellen können, um bis zu einem nicht allzu fernen Zeitpunkt den Ausbau der Deutschen Flotte in einer Deutschlands Bedeutung entsprechenden Grösse zu bewerkstelligen?

Möge sich unser deutsches Volk in seiner Gesamtvertretung darauf besinnen, dass es die Pflicht hat, die vor 50 Jahren bereits ersehnte Deutsche Flotte zum Nutzen unseres deutschen Gewerbes und seiner Arbeiter, zum Schutze unseres deutschen Seehandels, zur Ehre unseres deutschen Namens in die Wirklichkeit umzusetzen, und zwar einmütig „Kaiser und Reich“.

[1]) Der neuerbaute Schnelldampfer *Deutschland* (S. 66 d. Bd.) soll eine Geschwindigkeit von 23 Knoten erhalten, die diejenige des *Kaiser Wilhelm der Grosse* von 21,7 Knoten sogar noch um ein Geringes überschreitet. D. R.

[2]) Wir sind weit davon entfernt, irgend einen Parteistandpunkt zu vertreten, glauben jedoch im Interesse der wirtschaftlichen Entwickelung und Erstarkung unseres geeinigten Vaterlandes zu handeln, wenn wir auch den aussertechnischen Ausführungen des Verfassers hier Raum geben. D. R.

Neuere Bohrmaschinen und Hilfswerkzeuge zum Bohren.

Von Prof. **Th. Pregél** in Chemnitz.

(Fortsetzung des Berichtes S. 30 d. Bd.)

J. J. Grant's Flügelbohrmaschine.

Ein eigenartiges Bohrwerk, das nur zum Teil den Bedürfnissen einer Flügelbohrmaschine entspricht, und in erweiterter Weise die Aufgabe einer freistehenden, standfesten Bohrmaschine erfüllt, ist von *John J. Grant* in Cleveland, Ohio, gebaut und nach *American Machinist*, 1899 Bd. 22 Nr. 21 * S. 460, in Fig. 12 dargestellt. Im Hohlgussständer *a* lagert eine senkrechte Schlittenbahn *b*, mittels Kugelspurring *c* gestützt und um feste hohle Einsatzzapfen *d* drehbar. Der obere Zapfen bildet das Lager für die ebenfalls hohle, senkrechte Antriebwelle *f*, welche zugleich die Schwingungsachse für die Schlittenbahn *b* bildet, und dadurch eine bequeme Durchleitung des Drahtseiles *g* für das Gegengewicht *h* gestattet. Der von einem Winkelriementrieb *i* durch ausrückbares Rädervorgelege *k* abgeleitete Antrieb wird mittels wagerechter Winkelwelle *l*, die im Bohrkopfschlitten *m* lagert, auf die kurze senkrechte Bohrspindel *n* übertragen. Doppelte Schneckentriebwerke *o* und *p* vermitteln ferner durch ein Zahnstangentriebwerk, dessen Zahnstange längs der linksseitigen Schlittenbahn von *b* angebracht ist, den Schaltbetrieb des Bohrkopfschlittens *m*, wobei mittels Anschlaghebels *q* durch Verschiebung des Kuppelungsmuffes von *o* der Schaltbetrieb selbstthätig ausgerückt und der Bohrkopf *m* durch das Gegengewicht *h* hochgestellt wird. Eine besonders sachgemässe Ausgestaltung hat der hohle Tischwinkel *r* gefunden, welcher, mittels Tragspindel *s* gestützt, dem auf Kugelspur laufenden Kreistisch *t* Lagerführung gewährt. Dadurch, dass die äussere Randleiste des Tisches einen Sammelkanal für das beim Bohren gebrauchte Kühlwasser bildet, und dasselbe nebst den Bohrspänen durch den mittleren Hohlzapfen fortgeleitet werden kann, bleiben Werkstück und Bohrtisch rein und frei von jeglichen Behinderungen.

E. Willey's Flügelbohrmaschine mit elektrischem Antrieb.

Von *J. Clark jr. und Co.* in Louisville, Ky., ist die nach *American Machinist*, 1899 Bd. 22 Nr. 32 S. 738, in Fig. 13 und 14 dargestellte Flügelbohrmaschine gebaut, welche besondere Eigentümlichkeiten aufweist. Auf der Bettplatte *a* ist die glatt abgedrehte Standsäule *b* aufgeschraubt, an welcher mittels Zahnstangengetriebe der Arm *c* für den Kreistisch hochstellbar ist. Ebenfalls drehbar und mittels der Hängespindel *d* hochstellbar ist der mittels Gewicht *g* entlastete Bohrflügel *f*, dessen Kettenrollenlager *h* um einen auf Kugelkranz der Haube *k* gestützten Mittelzapfen *i* mitgedreht werden kann. Der Elektromotor *l* ist im Bohrflügel *g* unmittelbar untergebracht, die vier Magnete in diagonaler Anordnung sogar am Flügel selbst an-

gegossen. Mittels Stirnräder *n* wird die Betriebskraft der Motorwelle *m*, welche durch das Schaltwerk mit vierfachem Geschwindigkeitswechsel sich dreht, durch dreiläufige Riemenscheiben *o* mittels Winkelräder *p* und Stirnräderpaares *q* auf die Bohrspindel *r* übertragen, wobei die Stufenscheiben *s* durch Schnecken- und Zahnstangentriebwerke *t* den Schaltbetrieb von der Bohrspindel *r* auf deren Druckhülse *u* übertragen. Handstellhebelwerke *v* für die Stromverteilung, sowie Handsteuerwerke *w* vervollständigen das Bohrwerk.

Bickford's Flügelbohrmaschine.

Die von der *Bickford Drill and Tool Co.* in Cincinnati, Ohio, in Fig. 15 dargestellte, mit elektrischem Antrieb aus-

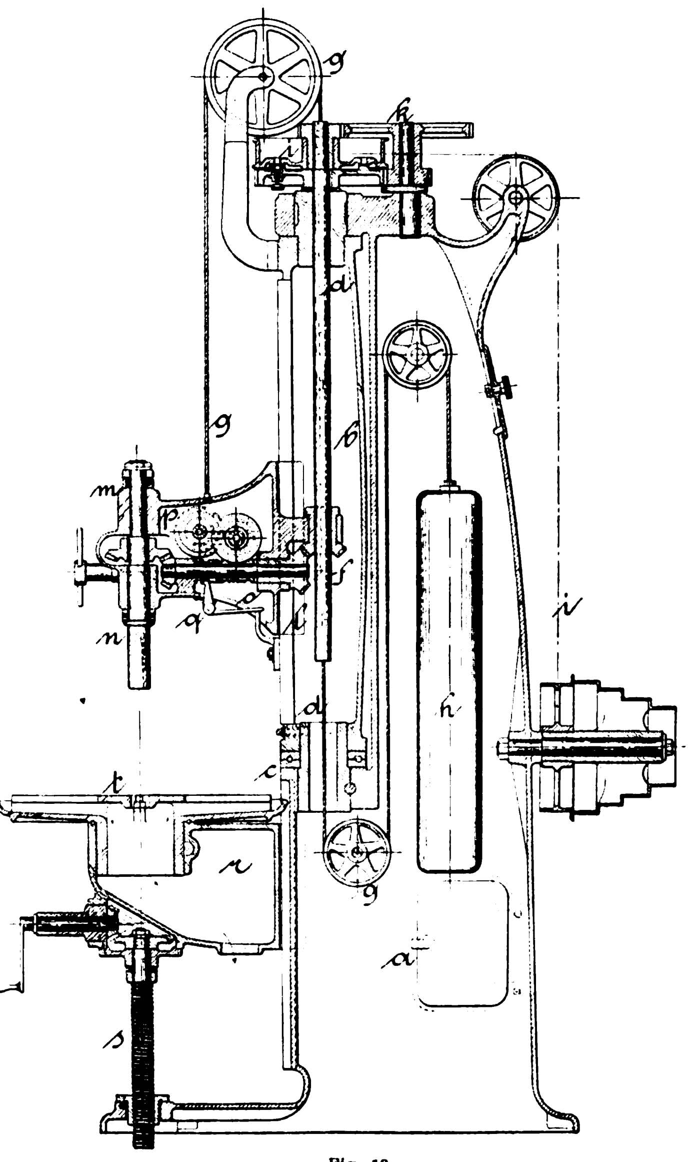


Fig. 12.
Grant's Flügelbohrmaschine.

gestattete, schwere Flügelbohrmaschine ist bemerkenswert, sowohl wegen der Anordnung des Motors *c* am Kopf der Säule *b*, welche auf der kreisförmigen Grundplatte *a* steht, als auch wegen der übrigen, aus der Fig. 15 leicht erkennbaren Bauweise des Radialarmes *d* mit dem darauf stellbaren Bohrwerk *f*, in welchem die Entlastung der Spindel *g* durch Gegengewichte *h* in bekannter Weise durchgeführt ist.

Collet-Engelhard's fahrbares Bohrwerk.

In Kesselschmieden und Reparaturwerkstätten von Eisenbahnen dürfte ein elektrisch betriebenes, fahrbares Bohrwerk sehr zu empfehlen sein, weil damit gegenüber dem Handbohren am Orte nicht unbeträchtliche Ersparnisse an Arbeitslöhnen zu erwarten sind. Das nach dem *Organ für das Eisenbahnwesen,* 1898 Bd. 35 Heft 4* S. 78, in Fig. 16 bis 18 dargestellte Bohrwerk besteht aus einem Wagen *a*, auf dessen Bahn eine cylindrische Standsäule *b*

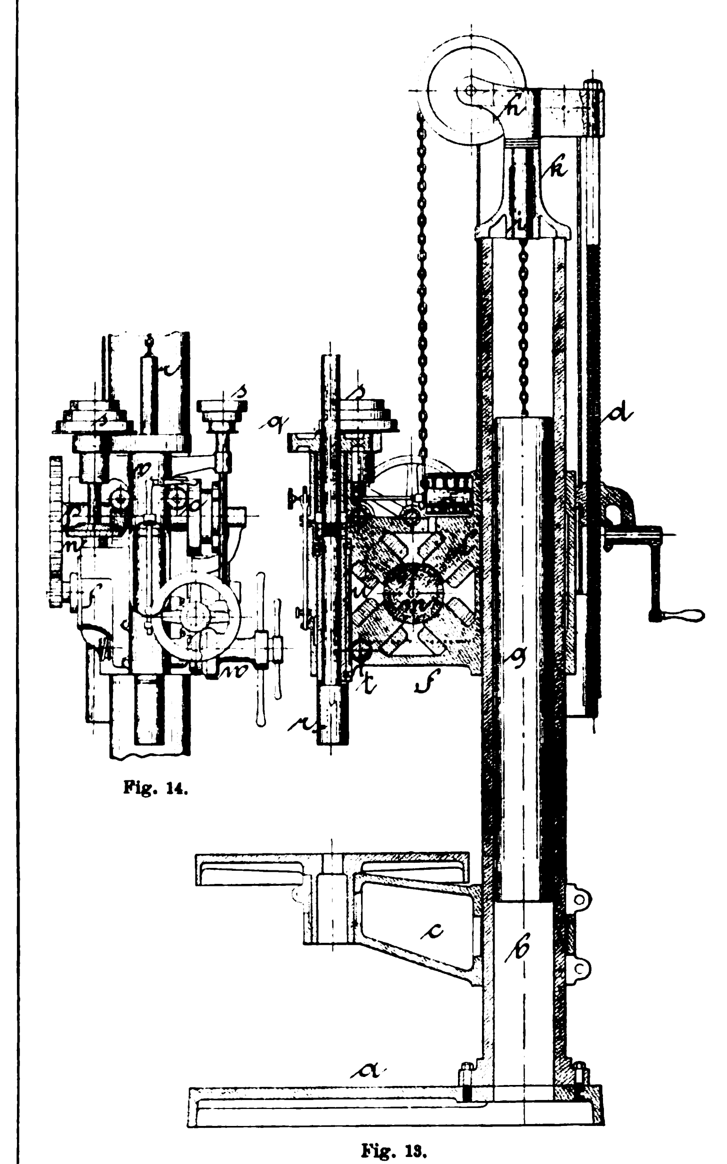


Fig. 14.

Fig. 13.
Willey's Flügelbohrmaschine mit elektrischem Antrieb.

Schlittenverschiebung erhält. An dieser ist vermöge Zahnstangengetriebes *c* ein gewichtentlasteter Rohrschlitten *d* hochstellbar, an welchem mittels 1pferdigem Elektromotor *f*

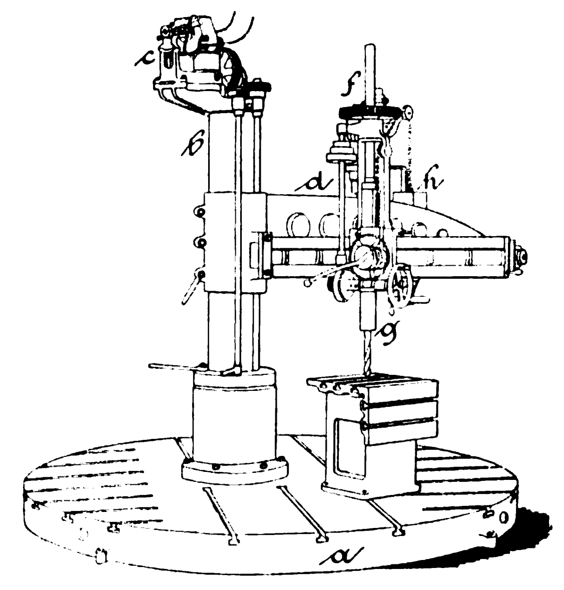


Fig. 15.
Bickford's Flügelbohrmaschine.

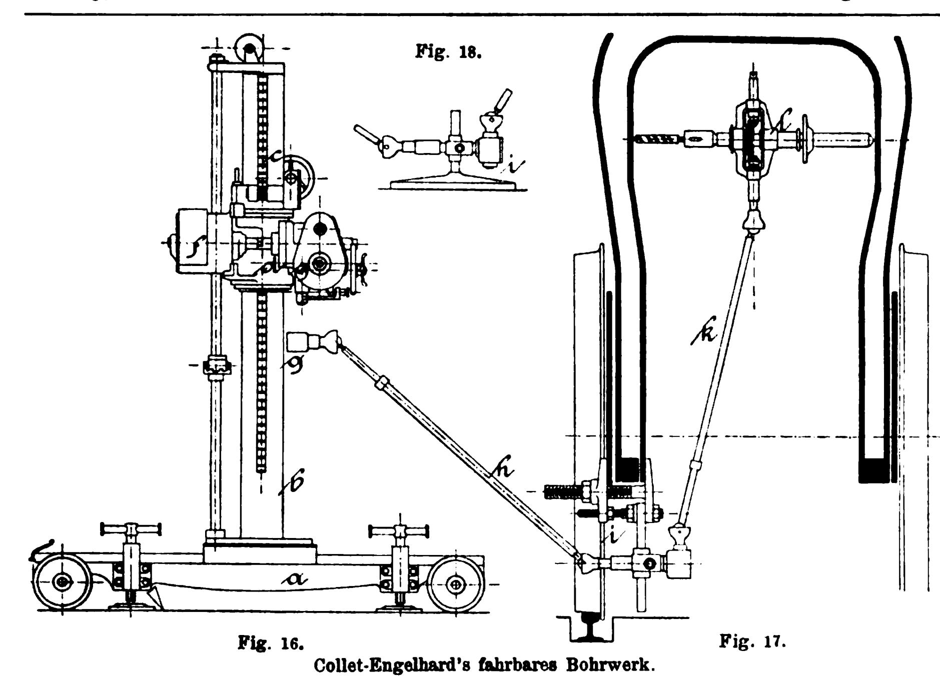
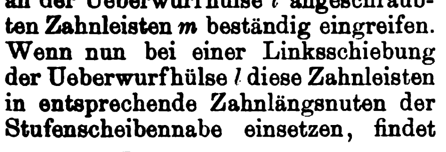


Fig. 16. Collet-Engelhard's fahrbares Bohrwerk. Fig. 17. Fig. 18.

durch übersetzende Schnecken- und Stufenräder ein vierfacher Geschwindigkeitswechsel ermöglicht ist, die Bohrspindel *g* bethätigt wird. An diese schliesst die Gelenkfernrohrwelle *h* an, an der wieder, durch Zwischenwerke *i* vermittelt, der zweite Strang *k* entsprechende Fortsetzung im Inneren einer Feuerkiste findet, durch welchen das tragbare Bohrwerk *l* betrieben wird. Mit dieser Vorrichtung können Löcher bis 40 mm Weite gebohrt, in diese Gewinde geschnitten, sowie Löcher bis 60 mm Durchmesser ausgerieben werden.

Hillerscheidt und Kasbaum's Bohrmaschinenantriebwerk.

Die senkrechte Bohrspindel *a* (Fig. 19 und 20) wird durch Winkelräder *b* von der Antriebwelle *c* entweder unmittelbar durch die Stufenscheibe *d* oder durch Vermittelung der Uebersetzungsräder *f* und *g* bethätigt, deren Schwesterräder auf einem exzentrisch gelagerten Zapfen *h* frei laufen. Sobald dieser Zapfen vermöge des Handgriffes *i* in die Ausrücklage eingedreht ist, hört die Räderübertragung auf. Dafür muss nun eine Verkuppelung der auf der Antriebwelle *c* sonst lose laufenden Stufenscheibe *d* eintreten. Diese erfolgt durch Vermittelung einer Hülse *k*, welche mit der Antriebwelle *c* verbunden ist, und die stirnseitig längere Zahnnuten besitzt, in welche die an der Ueberwurfhülse *l* angeschraubten Zahnleisten *m* beständig eingreifen. Wenn nun bei einer Linksschiebung der Ueberwurfhülse *l* diese Zahnleisten in entsprechende Zahnlängsnuten der Stufenscheibennabe einsetzen, findet eine Verkuppelung der Stufenscheibe *d* mit der wagerechten Welle *c* statt. Da nun mit dieser ebenfalls das grosse Stirnrad *g* verbunden ist, an dessen Nabe die Schneckenhülse *n* für den Schaltbetrieb des Bohrwerkes angeschlossen ist, so kann der Schaltgang bei jeder Betriebsart der Bohrmaschine bequem abgeleitet werden (D. R. P. Nr. 96140). Zur Verschiebung der Ueberwurfhülse *l* können Gabelhebel oder andere bekannte Mittel in Anwendung kommen.



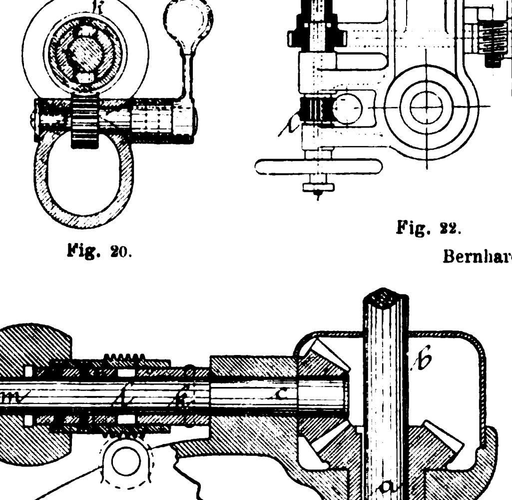


Fig. 20.

Fig. 19. Hillerscheidt und Kasbaum's Bohrmaschinenantriebwerk.

Bernhard Escher's Bohrmaschine.

An dieser Bohrmaschine ist die seitliche Anordnung des Schaltwerkes bemerkenswert, wodurch die massive Bohrwelle von der unteren Lagerbüchse aus angetrieben und dadurch auf eine geringere Länge auf Verdrehung beansprucht wird. Dagegen ist die Länge des Seitenarmes für den Druckangriff grösser als bei jenen Bohrmaschinen, welche eine Zahnstangenhülse als Druckstück besitzen. Dieser Hebelarm ist bekanntlich bei Bohrmaschinen mit achsialem Schraubenspindelrohr Null, dafür wird aber diese Bohrspindel durch die abgesetzte Spindelstange beträchtlich abgeschwächt, so dass die Anwendung dieser Spindelsteuerung deswegen immer mehr in Abnahme kommt. Nach dem D. R. P. Nr. 94117 enthält die von *B. Escher* in Chemnitz gebaute standfeste Bohrmaschine das gewöhnliche Stufenscheibentriebwerk *a* (Fig. 21

Fig. 22. Fig. 21. Fig. 23.
Bernhard Escher's Bohrmaschine.



bis 23), welches mittels Winkelräder *b* die nachstellbare, konische Spindelbüchse *c* antreibt, durch welche sich mittels Federkeil die Bohrspindel *d* schiebt. Während nun die Bohrspindel in zwei weitabstehenden festen Ständerlagern *f* und *g* gestützt wird, ist die Spindel im Raum zwischen diesen Lagern durch eine Klemmbüchse *h* durch Mithilfe eines Federkeils erfasst und gehalten, so dass der diese Klemmbüchse umschliessende Arm *i* zur Ausübung des Bohrdruckes herangezogen werden kann, was auch durch Vermittelung eines Kugelspurringes mit geringer Reibung zu bewerkstelligen möglich ist. Dieser Arm sitzt nun an einem seitlich geführten Parallelstab *k*, welcher im unteren Teil als Zahnstange ausgebildet ist, und vermöge eines Zahnstangen- und doppelten Schneckentriebwerkes *l m* gesteuert wird, wobei zur Auslösung des Steuerbetriebes eine Reibungskuppelung *n* gute Dienste leistet. Abgeleitet wird diese Schaltung von der oberen Bohrspindelhülse aus, an welcher eine Stufenscheibe *o* vorgesehen ist, durch welche die senkrechte Seitenwelle *p* und mittels Winkelräder *p* das bereits erwähnte Schneckenwerk *m* bethätigt wird. Hubbegrenzung durch Stellring *q*, sowie Spindelentlastung durch Gegengewicht *r* sind selbstverständlich vorhanden.

(Fortsetzung folgt.)

Die gebräuchlichen Automobilsysteme.

Von Professor **H. Bachner** in Stuttgart.

(Fortsetzung des Berichtes S. 46 d. Bd.)

IV. *Zündung.*

Das während des Saughubes in den Cylinder beförderte brennbare Gemisch wird beim nächsten Rückgang des Kolbens komprimiert und muss gegen Ende dieses Hubes entzündet werden, und zwar zu einem derartig gelegenen Zeitpunkt, dass der Explosionsstoss sich zeitlich unmittelbar an das Passieren der hinteren Totlage anschliesst.

Wäre es möglich, das Gemisch gleichzeitig in allen seinen Teilen zur Entzündung zu bringen, so müsste der Zündmoment mit der Totlage zusammenfallen. Thatsächlich aber erfolgt die Zündung von einer einzigen, gewöhnlich nicht in der eigentlichen Explosionskammer gelegenen Stelle aus; die Flamme, d. h. der chemische Verbrennungsvorgang, wandert sodann mit einer gewissen Geschwindigkeit durch das Gemisch hindurch und es erfordert in allen Fällen eine bestimmte Zeit, bis das Maximum der Verbrennungsintensität und die grösste Gasspannung erreicht ist.

Die Grösse dieser Explosionsgeschwindigkeit bewegt sich in solchen Grenzen, dass ihr gegenüber der Einfluss der Kolbengeschwindigkeit schon bei langsamer laufenden stationären Maschinen unter keinen Umständen vernachlässigt werden darf, noch viel weniger natürlich bei den vielfach sehr hohen Geschwindigkeiten der Automobilmotoren. Hieraus erklärt sich die folgende Erscheinung: Während sich der Verbrennungsvorgang von der Zündstelle bis zur Kolbenfläche ausbreitet, bewegt sich der Kolben gleichfalls weiter; soll sich also die eigentliche Explosion unmittelbar an das Passieren der Totlage anschliessen, so muss die Zündung bereits vorher, also noch während der Kompression, erfolgt sein.

Es folgt ferner aus dieser Betrachtung, dass bei einer Aenderung der Kolbengeschwindigkeit, also der Umdrehungszahl des Motors, auch der günstigste Zündmoment ein anderer wird. Umgekehrt hat eine Verlegung des Zündmomentes eine Aenderung der Motorleistung zur Folge. War die Zündung vorher auf die günstigste Wirkung eingestellt, so verursacht eine Aenderung unter allen Umständen einen Abfall der Leistung; bei einem zu grossen Voreilen nämlich (Frühzündung) tritt der Explosionsstoss schon vor der Totlage ein, wirkt demnach der Kolbenbewegung entgegen und verursacht heftige Schläge im Cylinder, was unter allen Umständen vermieden werden sollte; erfolgt die Zündung dagegen zu spät, so wird einesteils infolge zu rascher Zunahme des Cylindervolumens während der Explosion die Maximalspannung herabgedrückt, anderenteils die Expansion vorzeitig unterbrochen, also gleichfalls die Arbeitsleistung des wirksamen Kolbenhubes verringert, auch wenn die Zündung immerhin noch vor der Totlage stattfindet.

Da diese Verhältnisse sowohl für die Beurteilung der gebräuchlichen Zündungsarten, wie auch bei der Regulierung von Wichtigkeit sind, werden wir wiederholt darauf zurückkommen.

Die für Automobilmotoren gebräuchlichen Zündungen sind die Glührohrzündung und die elektrische Zündung. Die ältere Flammenzündung besitzt den in ihrem Wesen begründeten Nachteil, dass die aus der Atmosphäre in die unter relativ hohem Kompressionsdruck stehende Explosionskammer überzuführende Zündflamme, um nicht ausgeblasen zu werden, von ihrer Speisevorrichtung abgeschnitten werden muss. Ihre dabei in kürzester Zeit auf Null abnehmende Zündfähigkeit genügt wohl, wie die Erfahrung gezeigt hat, für das leicht brennbare Leuchtgasgemisch, gibt aber bei den Benzindämpfen schon Betriebsschwierigkeiten, welche sich mit zunehmender Umdrehungszahl steigern und die Verwendbarkeit der Flammenzündung für Automobilzwecke ausschliessen.

Die Glührohrzündung besitzt demgegenüber entschiedene Vorzüge. Ihr Wesen besteht darin, dass ein kleines, einseitig geschlossenes Röhrchen von möglichst geringer Wandstärke, bei Automobilen wohl ausnahmslos ein Platinrohr, welches mit der Explosionskammer kommuniziert und eine Verlängerung derselben darstellt (Fig. 36), von aussen durch einen Brenner glühend erhalten wird (vgl. auch die Glührohrzündung Fig. 7 S. 18 d. Bd. oben links neben den Ventilen und Fig. 35 S. 51 d. Bd.). Infolge der Ableitung der Wärme nach den Eisenmassen des weniger heissen Cylinderkopfes ist nur ein beschränkter Teil des Rohres in glühendem Zustand, die sogen. Glühzone. Während nun am Ende des Auspuffhubes Explosionskammer, Ventilkammer und Glührohr mit Verbrennungsgasen gefüllt bleiben, wird beim darauf folgenden Saughub das neue Gemenge zunächst nur in die beiden erstgenannten eintreten und mit dem Rest der Verbrennungsgase sich mischen können (Fig. 36), während im Glührohr die letzteren auch am Ende der Saugperiode noch unvermischt vorhanden sind, also eine Zündung nicht zulassen. Erst wenn während der nun folgenden Kompression der Glührohrinhalt soweit zusammengedrückt ist, dass frisches Gemisch bis zur Glühzone vordringt (Fig. 37), wird die Zündung eingeleitet, kann aber solange nur langsam fortschreiten, bis die entgegengerichtete Kolbengeschwindigkeit unmittelbar vor der Totlage sehr klein wird; daher tritt bei richtiger Anordnung erst jetzt die eigentliche Explosion ein (Fig. 38), während sich das Glührohr bereits wieder mit Verbrennungsgasen gefüllt hat. Hauptsache wird es demnach sein, einen solchen Platz für den Anschluss des Glührohrs ausfindig zu machen, welcher einerseits das Zurückdrängen der Restgase hinter den Rand der Glühzone, andererseits die richtige Fortpflanzungsgeschwindigkeit für den Verbrennungsvorgang ermöglicht.

Die Einführung der Glührohrzündung in dieser einfachsten Form ist das Werk von *Daimler*, und diese Zündungsweise ist bei den Daimler-Motorwagen und ihren Nachbildungen bisher beibehalten worden, hat sich also jedenfalls gut bewährt, was vor allen Dingen in ihrer durch den Fortfall von besonderen Steuerungsteilen bedingten ausserordentlichen Einfachheit [1]), daneben aber auch in der

[1]) Gesteuerte Glührohrzündung dürfte für Automobilmotoren kaum benutzt werden, wenigstens ist dem Verfasser kein derartiges Beispiel bekannt geworden.



bei sachgemässer Bedienung vorhandenen grossen Zuverlässigkeit begründet liegt.

Für die Heizung des Glührohres ist natürlich eine entsprechende Vorrichtung zu treffen; gewöhnlich benutzt man eine gleichfalls mit Benzin gespeiste Lampe (vgl. Fig. 7, S. 18 d. Bd., und 35), in welcher der Brennstoff zunächst unter dem Einfluss der von der Brennermündung nach dem obersten Teil der Lampe abfliessenden Wärme verdampft wird; durch Beimischung der erforderlichen Luftmenge noch vor dem Brenner (vgl. Fig. 36) wird eine stark hitzende, nicht rauchende Flamme wie bei einem Bunsen-Brenner erzeugt. Zur Speisung dieser Lampe dient entweder ein besonderes kleines Benzingefäss, oder es wird der Brennstoff wie bei

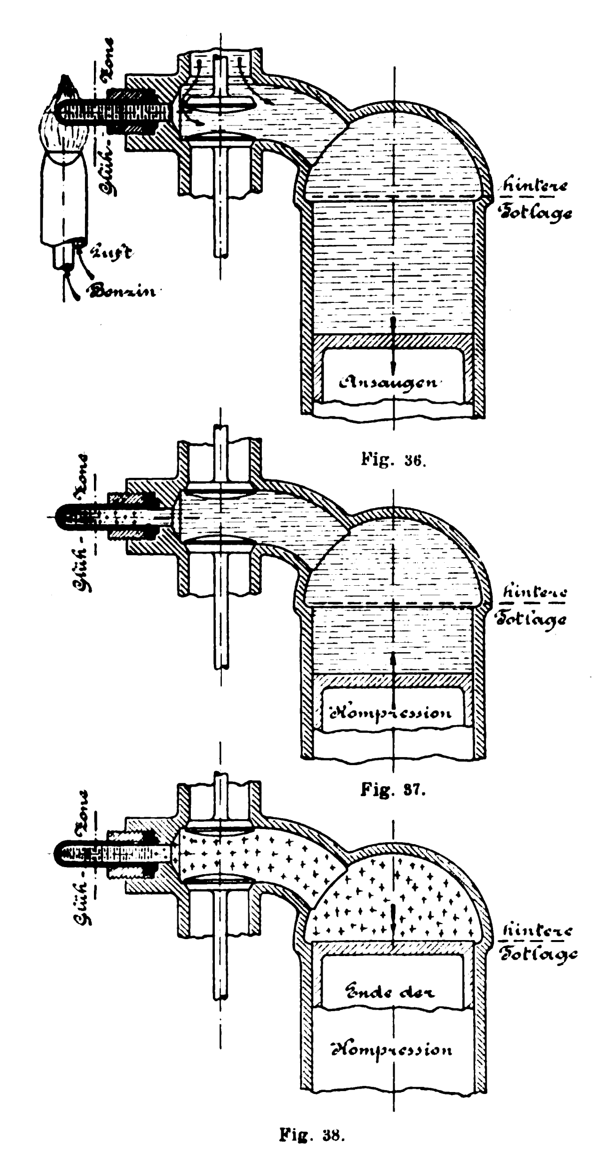


Fig. 36. Saugperiode. Fig. 37. Beginn der Zündung. Fig. 38. Explosion.
Glührohrzündung.

der *Daimler*'schen Anordnung (Fig. 35) gleichfalls dem Hauptreservoir entnommen.

Diese natürlich in ein Schutzgehäuse eingeschlossene, aber doch äusseren Einflüssen zugängliche Flamme bildet eine schwache Seite der Glührohrzündung; ein weiterer Nachteil liegt darin, dass das dünne Platinröhrchen bisweilen durch den Explosionsdruck zersprengt wird: beides aber würde nicht genügen, den Wettbewerb der wesentlich komplizierteren elektrischen Zündung erfolgreich erscheinen zu lassen, wenn nicht noch ein Hauptnachteil hinzukäme, der in der Eigenart der Glührohrzündung begründet liegt, nämlich ihre Abhängigkeit von dem Kompressionsdruck und der Kolbengeschwindigkeit.

Letzteres, bereits oben begründet, ist weniger bedenklich, weil man in der Regel einen Motor mit Glühzündung nicht mit sehr verschiedenen Umdrehungszahlen laufen lässt; nur beim Anlassen grösserer Motoren ist insofern Vorsicht geboten, als durch die hierbei unvermeidlichen Frühzündungen starke Rückdrucke entgegen der richtigen Drehrichtung auf Kolben und Andrehkurbel ausgeübt werden, welche den Fahrer gefährden können.

Dagegen werden Undichtheiten, z. B. mangelhaftes Schliessen der beiden Ventile, zur Folge haben, dass sich der für das Zurückdrängen der Restgase im Glührohr erforderliche Kompressionsdruck nicht rechtzeitig oder überhaupt nicht in der richtigen Stärke einstellt, was Spätzündungen mit mangelhafter Leistung bezw. völliges Versagen der Zündung zur Folge hat.

Es muss als eine wertvolle Eigentümlichkeit der elektrischen Zündungsarten betrachtet werden, dass sie die eben gerügten Nachteile nicht besitzen, vielmehr einer Veränderung der Tourenzahl in weiten Grenzen nachgeben können und von der Kompressionsspannung unabhängig sind. Doch soll dabei schon hier darauf hingewiesen werden, dass auch diese Zündungsart ihre Nachteile besitzt; auch elektrische Einrichtungen sind bekanntlich nicht unbedingt feuersicher, und ein Kurzschluss oder Bruch der Leitungen wirkt wie ein Verlöschen der Brennerlampe.

Deshalb besitzt die Glührohrzündung viele Anhänger; sie wird z. B. von der *Daimler-Motorengesellschaft* in Cannstatt fast ausschliesslich benutzt, ebenso von der Motoren *Daimler*'schen Systems bei ihren Wagen benutzenden *Motorfahrzeug- und Motorenfabrik Berlin* (Marienfelde)[2]).

Die elektrische Zündung benutzt die energische Wärmewirkung, welche ein zwischen den Kontaktstellen des Zünders überspringender elektrischer Funken hervorruft. Selbstverständlich darf die umzusetzende elektrische Energiemenge nicht zu gering sein, es ist vielmehr bei geringer Spannung eine entsprechend grosse Stromstärke erforderlich.

Man könnte diesen Funken kontinuierlich überspringen lassen, wenn der Zünder ähnlich der Glühzone eines Glührohrs durch geeignete Anordnung dem Bereich des frischen Gemisches bis zum Zündmoment entzogen würde, was ja nach dem Vorbild der Glührohrzündung ohne weiteres möglich ist. Damit wären aber nur die charakteristischen Nachteile derselben adoptiert, ohne Gewinn nach einer anderen Seite. Deshalb musste man sich entschliessen, die elektrische Zündung mit einer Zündsteuerung zu verbinden, welche nur so lange und zu einer solchen Zeit den Zünder in Thätigkeit treten lässt, dass der richtige Verlauf der Explosion gesichert ist.

Man hat demnach an den gebräuchlichen elektrischen Zündungen drei Hauptteile zu unterscheiden, die aus der schematischen Darstellung des *de Dion et Bouton*-Motors (Fig. 1 S. 16 d. Bd.) deutlich zu ersehen sind (Mitte der Figur), den Stromerzeuger mit Zubehör (unten gezeichnet), den Zünder *T* oben neben den Ventilen und die Zündsteuerung in der Mitte seitlich der Steuerwelle. Jeder Teil findet sich in verschiedenen Ausführungsformen, so dass eine Reihe von Kombinationen entstehen konnten.

Für die Stromerzeugung sind sämtliche überhaupt in Frage stehenden Apparate zur Anwendung gekommen: *Benz und Co.* führen ein Paar Akkumulatoren im Wagen mit, *de Dion et Bouton* in Paris und *Cudell und Co.* in Aachen bevorzugen, wenigstens bei ihren Motorrädern, eine kleine Trockenbatterie (vgl. Fig. 1). Vor- und Nachteile der Batterien sind bekannt. Sie besitzen keine bewegten Teile, welche Störungen veranlassen können; andererseits ist aber ihr Energievorrat ein beschränkter, er muss von Zeit zu Zeit erneuert werden. Andere französische und englische Konstrukteure benutzen kleine vom Motor aus ständig angetriebene Dynamomaschinen, die unter Umständen auch noch die Wagenbeleuchtung übernehmen können, oder magnetelektrische Maschinen entsprechender Grösse. In beiden letztgenannten Fällen gibt der Kollektor Anlass zu Störungen, weshalb man gegen-

[2]) Bei dieser Gelegenheit sei dem Verfasser gestattet, einen bedauerlichen Irrtum zu berichtigen. Die Fig. 6, 7, 12, S. 28 d. Bd., und 35 sind dem Instruktionsbuch der *Motorfahrzeug- und Motorenfabrik Berlin* entnommen. Fig. 6, 7 und 35 S. 51 d. Bd. entsprechen übrigens im allgemeinen dem System *Daimler* mit gewissen Abweichungen in den Einzelheiten, die in Fig. 12 dargestellte Wasserkühlmethode dagegen ist als eine der *Motorfahrzeug- und Motorenfabrik Berlin* eigentümliche Konstruktionsform zu betrachten.



wärtig die oscillierende Bewegung bevorzugt. Als Beispiel hierfür kann Fig. 39 dienen, welche die Anordnung der Zündung eines allerdings stationären [3]) Deutzer Benzinmotors darstellt. Das Schwingen des Ankers wird eingeleitet durch den auf der Steuerwelle sitzenden Daumen c, welcher den zwischen den Polen der Magnete E gelagerten Anker mittels des Hebels a ein wenig verdreht. Sobald a wieder losgelassen wird, zieht eine im Gehäuse j eingeschlossene kräftige Spiralfeder den Anker plötzlich zurück und erzeugt den zur Zündung benutzten Stromstoss. Auch hierbei muss der Strom schleifende Kontakte passieren, welche immer unzuverlässig sind; hauptsächlich aber macht sich bei dieser Anordnung die Massenwirkung des relativ schweren Ankers um so mehr geltend, je grösser die Umdrehungszahl wird; infolge des Trägheitswiderstandes entstehen starke Beschleunigungskräfte, welche Lärm und Stösse verursachen und selbst Brüche in dem Bewegungsmechanismus herbeiführen können.

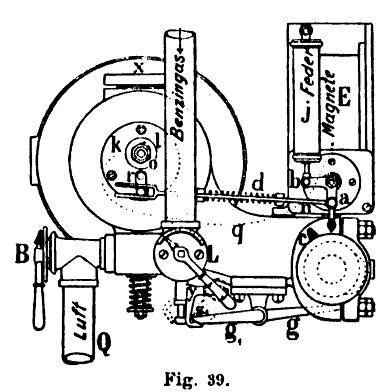


Fig. 39.
Anordnung der Zündung an einem Deutzer Benzinmotor.

Dem gegenüber bedeutet eine Neuerung von *Robert Bosch* in Stuttgart (D. R. P. Nr. 99399) einen thatsächlichen Fortschritt. Er legt [4]) (Fig. 40) den Anker A selbst fest und lässt nur zwei verhältnismässig leichte Hohlcylindersektoren G aus weichem Eisen die schwingende Bewegung ausführen. Bei der in der Figur gezeichneten Stellung gehen verhältnismässig wenig Kraftlinien von Pol zu Pol; in der oberen bezw. unteren Endlage hingegen vermitteln die Sektoren einen besseren Eisenweg, wodurch die Feldstärke ansteigt. Ausserdem entspricht der einen Endstellung gegenüber der andern auch eine umgekehrte Richtung der Kraftlinien im Innern der Wickelung, so dass durch die Oscillationen der Sektoren gleichzeitig Stärke und Richtung des Feldes verändert werden, was kräftige Stromstösse zur Folge hat.

Es ist klar, dass hierdurch die bewegten Massen auf einen nicht mehr störenden Betrag reduziert werden können,

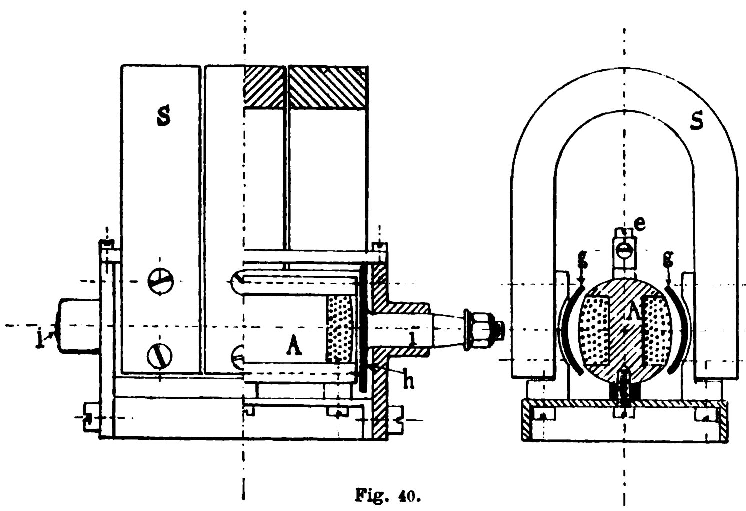


Fig. 40.
Magnetelektrischer Zündapparat von Bosch.

während andererseits der Einfluss gleitender Kontakte ganz fortfällt, da ja die Ankerwickelung fest liegt.

Die Strecke, auf welche die Funken am Zünder mit Sicherheit überspringen, ist wesentlich von der elektrischen Spannung abhängig, deshalb muss man in all den Fällen, in denen bei Beginn der Zündung schon eine merkliche Funkenstrecke vorhanden ist, die in der Regel nur wenige Volt betragende Spannung des Stromerzeugers künstlich steigern, wozu man einen kleinen Transformator, gewöhnlich noch nach der älteren Bezeichnungsweise „Induktionsrolle“ genannt, verwendet. Dieselbe besitzt bekanntlich zwei um einen unterteilten Eisenkern konzentrisch aufgewickelte Lagen isolierten Kupferdrahtes; durch die wenigen starken Windungen fliesst der gering gespannte Strom der Stromquelle und induziert in der grossen Zahl dünner Windungen den für die Zündung geeigneten hochgespannten Strom.

Die Induktionswirkung tritt aber nur so lange ein, als sich die primäre Stromstärke ändert. Benutzt man also eine Gleichstrom liefernde Dynamo- oder magnetelektrische Maschine, Elemente oder Akkumulatoren, so muss man dafür sorgen, dass eine derartige Aenderung der Stromstärke mindestens bei jedem Zündmoment eintritt. Das einfachste Mittel hierzu ist die Unterbrechung eines geschlossenen oder die Schliessung eines offenen Stromkreises, die beide einen sogen. Stromstoss zur Folge haben, dessen induzierende Wirkung um so stärker ausfällt, je rascher sein Verlauf ist. Gewisse hierbei auftretende magnetische Nachwirkungen äussern nun einen Einfluss auf den Vorgang derart, dass sie den Stromstoss bei der Schliessung abschwächen, beim Unterbrechen des Stromkreises dagegen verstärken. Infolgedessen erscheint der sogen. Oeffnungsstrom für die Induktion besonders geeignet; er wird indessen in seiner Wirkung dadurch behindert, dass der infolge einer gewissen Trägheit des Stromes, welcher das Bestreben hat, trotz der Unterbrechung weiter zu fliessen, auftretende Funken noch eine, wenn auch sehr kurze Zeit hindurch die völlige Unterbrechung verzögert, ihre Wirkung also abschwächt. Man bietet daher den zur Unterbrechungsstelle noch hinströmenden Elektrizitätsmengen durch die mit den beiden Teilen des Unterbrechers verbundenen Belegungen eines elektrischen Kondensators die Möglichkeit, seitlich abzufliessen, wodurch der Oeffnungsfunken fast zum Verschwinden gebracht, der Stromstoss beim Unterbrechen also nochmals verstärkt wird.

Die Art, wie die Stromstösse zu bewerkstelligen, und wie Stromerzeuger und eventuell Unterbrecher und Transformator zu kombinieren seien, gab den Konstrukteuren Gelegenheit zu sehr verschiedenartigen Ausführungen.

Die Anordnung eines schwingenden Ankers bezw. schwingenden Kraftlinienfeldes bei Magnetinduktoren, durch welche, wie bereits oben erwähnt, an sich schon Stromstösse erzeugt werden, macht die Benutzung eines besonderen Unterbrechers überflüssig. Bei der Zündung mit dem Magnetinduktor von *Bosch* (Fig. 40), welcher bei den Motoren System *Loutzky* der *Gesellschaft für Automobilwagenbau* Verwendung findet, unterbleibt auch die Spannungstransformation, ähnlich wie bei den Deutzer Benzinmotoren (Fig. 39), was allerdings eine besondere Konstruktion des Zünders erfordert, wie weiter unten erläutert wird.

Dagegen wird in all den Fällen, wo der Stromerzeuger konstanten Gleichstrom liefert, und die Spannungstransformation benutzt werden soll, die Anwendung eines besonderen Unterbrechers erforderlich.

Sehr häufig begegnet man dem elektromagnetischen Unterbrecher, welcher bei den elektrischen Läutewerken und als „*Neef*'scher Hammer“ bei den Funkeninduktorien so vielfach Verwendung findet. Diese Anordnung wurde in Verbindung mit Akkumulatoren und Transformator bei den Benz-Wagen und den sonstigen Konstruktionen *Benz*'schen Systems, z. B. der Voiturette von *Georges Richard*, und vielen anderen benutzt.

Manche Konstrukteure ziehen indes einen mechanischen Unterbrecher vor, wie die bekannte Firma *De Dion et Bouton* in Paris. Ihr Unterbrecher besteht in einer Blattfeder c (Fig. 41), welche um einen festen Punkt e schwingen kann, sobald die an ihrem freien Ende befestigte Nase b in die Einkerbung der auf die Steuerwelle des Motors aufgesetzten Scheibe a einfällt. Da die Einkerbung tiefer reicht als die Nase, liegt die den Platinkontakt d

[3]) Siehe *G. Lieckfeld*, Die Petroleum- und Benzinmotoren u. s. w.

[4]) Vgl. auch *D. p. J.* 1899 **314** * 109 und 110, woselbst auch nähere Angaben über die in diesem Fall benutzte Antriebsweise zu finden sind.

leise berührende Feder sonst frei und vibriert infolge ihres Anschlagens gegen den Kontakt so stark, dass sie eine Reihe von Unterbrechungen, also Stromstössen erzeugt, welche nunmehr in der Induktionsspule auf höhere Spannung transformiert werden.

Fig. 41.
Unterbrecher von de Dion et Bouton.

Ein anderes Beispiel für mechanische Unterbrechung bietet der Zündapparat von *E. Houpied* in Paris (Fig. 42). *Houpied* entnimmt den Strom dem vom Motor mitbetriebenen Anker einer kleinen magnetelektrischen Maschine *a b*, welche mittels eines zweiteiligen Kollektors Gleichstrom abgibt. Derselbe wird von der einen Bürste durch die Kontaktschraube *l*, die Feder *e*, deren Befestigungsstelle *g* hindurch nach dem Transformator *A* geführt, von hier dann zur anderen Bürste zurück. Ein in das vorstehende Wellenende des Ankers exzentrisch eingesetzter Stift *m* stösst die Kontaktfeder bei jeder Umdrehung der sehr rasch laufenden Maschine einmal zur Seite und erzeugt dadurch eine grosse Anzahl sekundlicher Unterbrechungen. Bei dieser Konstruktion hat zur Steigerung der Intensität der induzierten Stromstösse auch ein Kondensator *d* Anwendung gefunden. Seine Zuleitungen *u* und *f* sind je mit einer Seite der

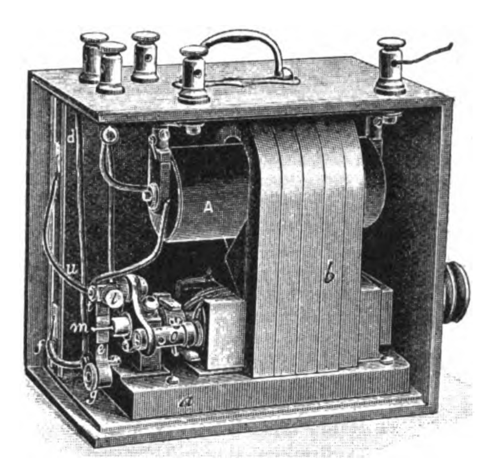


Fig. 42.
Zündapparat von Houpied.

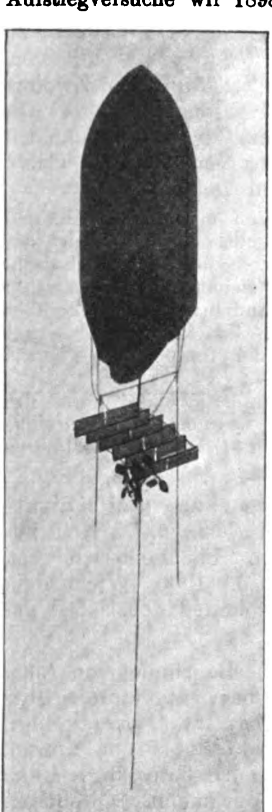
Unterbrechungsstelle, nämlich mit *l* und *g* verbunden. Das Ganze ist in ein kompendiöses Gehäuse eingeschlossen, welches ausser den Klemmen für die Zündleitung auch solche für den Anschluss einer kleinen Glühlampe trägt.

(Fortsetzung folgt.)

Kleinere Mitteilungen.

Danilewsky's neuer lenkbarer Flugapparat.

Dr. *Konstantin Danilewsky*, über dessen neu erfundenen lenkbaren Flugapparat und die im Sommer 1898 vorgenommenen Aufstiegversuche wir 1898 **310** * 161 berichtet hatten, hat seit dieser Zeit an der Lösung des Flugproblems unausgesetzt weitergearbeitet und teilt uns über seine neuesten Ergebnisse das Nachstehende kurz mit. Der nebenstehend abgebildete neue Apparat unterscheidet sich von dem früher beschriebenen in erster Linie dadurch, dass die Achse des Ballons vertikal ist gegen eine horizontale Lage derselben bei seinem früheren Apparat. Die nach einer photographischen Aufnahme hergestellte Abbildung zeigt den Apparat beim Aufstieg in einer Höhe von etwa 400 m über Erdboden, wie ein solcher im Oktober v. J. ausgeführt wurde; im ganzen wurden 40 Versuche während der Monate September und Oktober v. J. vorgenommen. Beim Abstieg zur Erde wurde der Aëroplan (Flugapparat) durch den Luftschiffer unter einen bestimmten Winkel eingestellt, so dass der Abstieg in einer geneigten Ebene erfolgte, wobei die Wirkung der Schwerkraft durch die Einstellung der Flügel geregelt wurde. Der Auftrieb des Ballons war so bemessen, dass derselbe nicht ganz dem Gewicht des Luftfahrers samt dem nur mit 15 bis 20 russ. Pfund bemessenen Ballast das Gleichgewicht hielt; dadurch war die Möglichkeit gegeben, an jedem beliebigen Höhenpunkte in der Luft nach Belieben Aufenthalt zu nehmen und die Windströmung in dieser Höhenlage auszunutzen zum horizontalen Fortbewegen. Der durch den Luftschiffer bethätigte Bewegungsmechanismus kann durch entsprechende Einstellung der Flügel, die mit drehbaren Schaufeln versehen sind, rückwärts arbeiten, so dass der Abstieg beschleunigt bezw. auch bei einem hierzu ungünstigen Winde bewerkstelligt werden kann.



Wir hoffen, über die in diesem Sommer geplanten abschliessenden Versuche des Erfinders ausführlicher berichten zu können.

Die Hamburger Reederei 1899.

Der Gesamtbestand der hamburgischen Handelsflotte betrug am Ende des verflossenen Jahres 710 Schiffe (worunter 436 Dampfer), derjenige der Fischerflotte 153 Schiffe (worunter 9 Dampfer). Die Handelsflotte setzt sich zusammen aus:

378	Seedampfern mit	636 000 t netto
58	Seeschlepp- und Bergungsdampfern mit	1 000 „ „
41	Frachtschleppschiffe mit	12 000 „ „
201	Segelschiffe mit	198 000 „ „
32	Leichter mit	8 500 „ „

Der Gesamttonnengehalt der dem Handel dienenden Hamburger Schiffe ist ungefähr 860 000 Registertonnen netto. Gegen das vorige Jahr hat er sich um etwa 90 000 t vermehrt. 1850 hatte Hamburg nur 326 Schiffe mit 71 000 t; 1880 491 mit 244 000 t; 1895 650 mit 665 000 t. Sein Handel hat sich also in einem halben Jahrhundert verzwölffacht und in den letzten zwanzig Jahren mehr als verdreifacht. Im Bau befindlich sind für Hamburger Reedereien jetzt 37 Dampfer mit 195 000 t brutto. Von den Dampfschiffsreedereien sind folgende die bedeutendsten:

Hamburg-Amerika-Linie . . .	76	Dampfer mit	343 000 t
(im Bau:	8	„ „	105 000 „)
Hamburg-Südamerik.-D.-G. . .	29	„ „	108 000 „
(im Bau:	3	„ „	16 500 „)
Dampfsch.-Ges. Kosmos . . .	26	„ „	92 000 „
R. M. Sloman und Co. . . .	29	„ „	68 000 „
Deutsch-Austral. D.-G.	14	„ „	60 000 „
Deutsche Levante-Linie . . .	20	„ „	42 000 „
Woermann-Linie	21	„ „	39 000 „
A. C. de Freitas und Co. . . .	16	„ „	37 000 „
Deutsch-Amer. Petroleum-Ges. .	10	„ „	35 000 „
Deutsch-Ostafrika-Linie . . .	13	„ „	31 000 „

Während die grosse Dampferreederei demnach ganz überwiegend von Aktiengesellschaften betrieben wird, liegt die Segelschiffsreederei zum grössten Teil in den Händen von privaten Firmen, die bedeutendsten von ihnen sind:

F. Laeisz	16	Schiffe mit	30 000 t
B. Wencke Söhne	16	„	28 000 „
Knöhr und Burchard	10	„ „	19 000 „



Die weitaus grösste Zahl der Segelschiffsreeder jedoch besitzt nur ein Schiff oder nur einen Schiffsanteil.

Dampfturbine von Parsons [1]).

Nach der *Times* wurde der Torpedojäger *Viper*, welchen die *Marine-Dampfturbinen-Aktiengesellschaft* zu Wallsend-on-Tyne für die englische Admiralität erbaute, am Dienstag, den 9. Januar d. J., einer zweiten vorläufigen Versuchsfahrt unterzogen, welcher die leitenden Beamten der Admiralität, der Vorsitzende der Gesellschaft *C. J. Leyland*, sowie der Direktor *C. A. Parsons* anwohnten. Es ergab sich eine mittlere Geschwindigkeit von 34,8 Knoten = 64,4 km bei vier aufeinander folgenden Fahrten, an der abgesteckten Meile (engl.). Die erzielte höchste Geschwindigkeit betrug 35,5 Knoten = 65,68 km, als Vertragsgeschwindigkeit sind 31 Knoten = 57,4 km verlangt. Mithin scheint die Maschinenanlage einen grossen Erfolg zu bedeuten.

Preisausschreiben des Vereins deutscher Maschineningenieure.

Der Verein deutscher Maschineningenieure erlässt für das Jahr 1900 ein Preisausschreiben (Beuth-Aufgabe), das den *Entwurf zu einem Endbahnhof einer elektrisch zu betreibenden Fernbahn* zum Gegenstande hat. Die Züge sollen mit 200 km Stundengeschwindigkeit in schneller Zugfolge verkehren und aus zwei sechsachsigen Fahrzeugen — einem Triebwagen und einem Anhängewagen — bestehen, insgesamt mindestens 150 Sitzplätze enthaltend. Zur Vermeidung hoher Grunderwerbskosten soll die Bahn innerhalb der Stadt als eiserne Hochbahn und teilweise über die Häuser hinweg geführt werden. Die Bahnsteige des Endbahnhofes sind in etwa 25 m Höhe über der Fahrbahn der angrenzenden Strassen anzuordnen. Zur Zu- und Abführung der Reisenden und des Gepäcks sind Wasserdruckhebewerke anzuordnen. Der gesamte Höhenunterschied zwischen den Schienenoberkanten des Bahnhofs und der Einführungsstelle der Bahn in die Stadt beträgt 60 m. Dieser Höhenunterschied soll nutzbar gemacht werden, einmal um die Züge schnell in Gang zu bringen, dann um deren Anhalten mit thunlichster Vermeidung von Arbeitsverlust und Abnutzung der Schienen und Radreifen zu bewirken.

Ausser einer Anzahl von Konstruktionszeichnungen, sowie einem Erläuterungsbericht ist anzufertigen: eine überschlägige Ermittelung und zeichnerische Darstellung des Zusammenhanges zwischen Zeit und Geschwindigkeit, sowie zwischen Geschwindigkeit und Weg unter Voraussetzung geringsten Zeitaufwandes beim Anfahren und beim Anhalten.

Das vorstehende Programm ist um deswillen von besonderem Interesse, als es sich an ein Problem anlehnt, dessen Lösung dem neuen Jahrhundert vielleicht vorbehalten ist. Die Erbauung von Eisenbahnen mit 200 km Stundengeschwindigkeit ist über die Erörterung in Zeitschriften und Broschüren zur Zeit noch nicht hinausgekommen. Durch diese gewählte Aufgabe will der Verein deutscher Maschineningenieure, ohne zu der Frage selbst Stellung zu nehmen, anregend wirken, in der Annahme, dass jeder Beitrag, der die Lösung des Problems fördert, von allgemeinem Wert ist.

Die Arbeiten sind bis zum 6. Oktober, mittags 12 Uhr, an den Vorstand des Vereins deutscher Maschineningenieure z. H. des Geheimen Kommissionsrats *F. C. Glaser*, Berlin SW Lindenstrasse 80, der zu weiteren Mitteilungen über den Wortlaut, die näheren Bedingungen u. s. w. des Preisausschreibens gern bereit ist, einzusenden.

Für eingehende preiswürdige Lösungen werden nach Ermessen des Preisrichterausschusses goldene Beuth-Medaillen, für die beste von ihnen ausserdem ein Geldpreis von 1200 M. (Veitmeyer-Preis) verliehen. Ist der Bewerber ein Regierungsbauführer, so kann dessen Bearbeitung zur Annahme als häusliche Probearbeit für die zweite Staatsprüfung im Maschinenbaufache dem Königl. Preussischen Minister der öffentlichen Arbeiten, dem Königl. Sächsischen Finanzministerium oder dem Grossherzogl. Hessischen Ministerium der Finanzen seitens des Vereins empfohlen werden.

Der Preisrichterausschuss besteht zur Zeit aus folgenden Herren:

Callam, Königl. Eisenbahndirektor a. D.
Domschke, Königl. Regierungs- und Baurat.
Paul Hoppe, Fabrikbesitzer, i. F. *C. Hoppe*.
G. Mehlis, Ingenieur.
Max Meyer, Königl. Eisenbahnbauinspektor.
Dr. phil. *E. Müllendorff*, Ingenieur.
Müller, Königl. Geheimer Oberbaurat.
Stambke, Königl. Geheimer Oberbaurat z. D.
Prof. Dr. *Friedr. Vogel*.
Wichert, Königl. Geheimer Oberbaurat.
Wittfeld, Königl. Eisenbahnbauinspektor.

[1]) Vgl. auch S. 13 d. Bd.

Bücherschau.

Franz von Kobell's Lehrbuch der Mineralogie in leichtfasslicher Darstellung. Sechste Auflage. Völlig neu bearbeitet von *K. Oelbecke* und *E. Weinschenk*. Mit 301 Abbildungen im Text. Leipzig. Friedrich Brandstetter 1899. 338 S. Preis brosch. 6 M., geb. 6,65 M.

Das Buch ist eine brauchbare, ernsthafte Arbeit; die knappe Darstellung wird durch die grosse Anzahl Abbildungen im Text, die zum grossen Teil von Dr. *Grünling* entworfen wurden, in anschaulicher Weise unterstützt. Das Buch eignet sich mit gleich gutem Erfolge zum Selbststudium wie zu Unterrichtszwecken und auch als Nachschlagewerk, wobei ihm in letztgenannter Eigenschaft das gewissenhaft zusammengestellte Sachregister sehr zu statten kommt.

Das Recht der Erfindungen und der Muster. Untersuchungen von *Oskar Schanze*. Leipzig. Rossberg'sche Hofbuchhandlung 1900. 518 S.

Das Werk zergliedert sich in folgende fünf Abteilungen: 1. Die Patenterteilung. 2. Erfindung und Entdeckung. 3. Was sind gewerblich verwendbare Erfindungen? 4. Was sind neue Erfindungen und neue Muster? 5. Prüfung und Beweis im Patenterteilungsverfahren. Der grössere Teil des Inhalts stellt eine Umarbeitung verschiedener Veröffentlichungen des Verfassers in verschiedenen Fachzeitschriften dar.

Die Elektrizität in Gewerbe und Industrie. Grundzüge für die Praxis über den Ausbau und den Betrieb elektrischer Licht- und Kraftanlagen von *W. Vogel*. Ingenieur der *A.-E.-G.* in Berlin. VIII und 136 S., 182 Schaltungsskizzen und Abbildungen. Leipzig 1899. Verlag von Bernh. Friedr. Voigt. Preis 6 M.

Das Werk soll in erster Linie den Besitzern und Betriebsbeamten industrieller Anlagen Auskunft über die verschiedenen Fragen der elektrotechnischen Praxis geben, setzt demnach einen technisch geschulten Leserkreis voraus: dementsprechend ist die allgemeine Einleitung über Elektrizität und Magnetismus sehr kurz gehalten, was sicher ein Vorteil des Buches ist. Andererseits sind von den verschiedenen Verwendungsgebieten nur die Beleuchtung und die Energieverteilung durch Elektromotoren eingehender behandelt, die übrigen Gebiete einschliesslich der Bahnen nur gestreift; dagegen wurden wiederum in zwei besonderen Kapiteln die Berechnung, Anordnung und Dimensionierung der Leitungen, sowie der Ausbau und Betrieb der Kraftstationen so eingehend besprochen, als es dem Zweck des Buches entspricht. Den Schluss bilden Tabellen über Maschinen und Motoren der *Allgemeinen Elektrizitätsgesellschaft* zu Berlin.

Le magnétisme du Fer. Von *Ch. Maurain*. Zweites Bändchen der Sammlung spezialwissenschaftlicher Abhandlungen aus den Gebieten der Physik, Mathematik und Biologie. „Scientia", Verlag von Georges Carré et C. Naud, Paris. Preis pro Bd. geb. 2 Fr.

Die Abhandlung gibt auf 100 Seiten mit 20 Abbildungen eine knappe, klar geschriebene Uebersicht über das Gebiet der Magnetisierung des Eisens und zwar vom modernen technischwissenschaftlichen Standpunkt aus mit Benutzung der neuesten Untersuchungen. Die sechs Kapitel behandeln: Allgemeines über Magnetisierung. Schmiedeeisen, Stahl, Gusseisen. Einfluss der Zeit. Magnetisierungsverluste. Einfluss der Temperatur. Theorie des Magnetismus.

Das Werkchen kann zur Einführung in das Gebiet des Magnetismus um so mehr empfohlen werden, als zahlreiche Litteraturnachweise die Benutzung der Originalabhandlungen erleichtern.

Kalender für Strassen- und Wasserbau- und Kulturingenieure. Begründet von *A. Rheinhard*. Neu bearbeitet unter Mitwirkung von Fachgenossen von *R. Scheck*, königl. Baurat in Stettin. 1900. Wiesbaden. Verlag von J. F. Bergmann. Gebunden nebst drei gehefteten Beilagen. Preis 4 M.

Kalender für Eisenbahntechniker. Begründet von *Edm. Heusinger von Waldegg*. Neu bearbeitet unter Mitwirkung von Fachgenossen von *A. W. Meyer*, königl. Eisenbahnbau- und Betriebsinspektor bei der königl. Eisenbahndirektion in Hannover. 27. Jahrgang. 1900. Wiesbaden. Verlag von J. F. Bergmann. Gebunden mit einer Beilage und einer Eisenbahnkarte in Farbendruck. Preis 4 M.

Arnold Bergsträsser Verlagsbuchhandlung (A. Kröner) Stuttgart.
Druck der Union Deutsche Verlagsgesellschaft ebendaselbst.



DINGLERS
POLYTECHNISCHES JOURNAL.

81. Jahrg., Bd. 315, Heft 6. **Stuttgart, 10. Februar 1900.**

Jährlich 52 Hefte in Quart. **Abonnementspreis** vierteljährlich 6 M., direkt franko unter Kreuzband für Deutschland und Oesterreich 6 M. 65 Pf., für das Ausland 7 M. 30 Pf. Redaktionelle Sendungen und Mitteilungen bittet man zu richten: An die Redaktion von „Dinglers Polytechn. Journal“ in Stuttgart, die Expedition betreffende Schreiben an Arnold Bergsträsser Verlagsbuchhandlung (A. Kröner) Stuttgart.



Allgemeine Fragen der Technik.

Von Ingenieur **P. K. von Engelmeyer**, Moskau.

(Fortsetzung von S. 21 d. Bd.)

Zur Erfindungsfrage.

Das Werk von *E. Joyau* „*de l'Invention dans les Arts, dans les Sciences et dans la pratique de la Vertu*“ (1879) gehört zwar auch dem logischen Klassizismus an, vertritt indes schon eine freiere Ansicht; er räumt bei der Untersuchung des Wesens der Erfindung einen Platz der Vorstellungskraft (Einbildungskraft) ein, insbesondere der sogen. „schaffenden Vorstellungskraft“, ein bildlicher Ausdruck für den Vorgang, den *Joyau* als eine Fähigkeit der Seele darstellt, „von einem Gedanken, von einem Gefühl, von einer Handlung zu solchen überzugehen, welche die natürliche und logische Folge der ersteren bilden. Unser Geist wiederholt dabei nicht, was er bereits früher gethan, er schreitet nicht rückwärts, sondern vorwärts, er erfindet, er schafft, er macht einen Fortschritt.“ Diese Fähigkeit unseres Geistes, sich von selbst und in logischer Weise zu entfalten, nennen wir die schaffende Vorstellungskraft (l'imagination créatrice) oder einfach die Vorstellungskraft (Einleitung).

Joyau untersucht zwar nicht die technische Erfindung, sondern das Schaffen in der Kunst, in der Wissenschaft und in der Moral. Da er aber ein allgemeines Bild vom psychologischen Vorgang entwickelt, und dieses bleibt in seinen grossen Zügen sich überall gleich, so wollen wir ihm in seinen Ausführungen folgen. Die oben angeführten Worte kennzeichnen kurz *Joyau*'s Ansicht. Er dringt nicht weiter hinter die einfache Konstatierung, dass sich unsere Gedanken und Gefühle (folglich auch unsere Handlungen) so verketten, dass das Neue eine logische Folge des Alten ist. Der Ausgangspunkt ist richtig, nur ist er wenig versprechend. Die Frage wird hiermit nicht gelöst, sondern einfach geschlossen. Dass wir ohne diskursiv zu denken, logisch denken, ist ja eigentlich, was aufgeklärt werden will; mit der blossen Bestätigung, dass es so ist, sind wir keineswegs zufriedengestellt. Mit dieser Bemerkung kehren wir zu *Joyau* zurück.

Die Vorstellungskraft ist „das Prinzip aller unserer Entdeckungen und Erfindungen“. Vorstellungskraft und Vernunft verhalten sich folgendermassen: die erstere ist die unserem Geiste innewohnende Fähigkeit, Fortschritte zu machen, und die Vernunft ist die Fähigkeit, die Gesetze dieses Fortschreitens zu erkennen (connaître) (S. 38). Die Vorstellungskraft ist aber in uns nicht frei: körperliche Zustände, Voreingenommenheit des Geistes, auch der Wille, alles das übt zuweilen einen hindernden Einfluss auf die Entstehung logischer Gedanken. Im Schlafe z. B. erleidet der Gedankenlauf nicht mehr den Zwang des Willens, er ist sich selbst überlassen, und „führt uns bald zur Entdeckung der Wahrheit, d. i. zur logischen Lösung der gestellten Frage“ (S. 12). Die Inspiration übt auf die logische Gedankenfolge dieselbe Befreiung aus (S. 19). Hier wankt der Boden unter *Joyau*'s Füssen. In der löblichen Bestrebung, ein möglichst schlichtes Bild der Einbildungskraft zu geben, geht er zu weit und kommt zu dem Schluss, dass wir unseren Gedankengang nur immer sich selbst zu überlassen brauchen, um Entdeckungen und Erfindungen zu machen. Das ist nicht wahr: ist diese Forderung vielleicht auch notwendig, so ist sie nicht zureichend, sonst wäre das Ruhelager das beste Laboratorium für den Forscher und den Erfinder.

Als Genie wird wieder jene Kraft dahingestellt, welche die Einbildungskraft von allen Banden loslöst. „Genial ist der Mensch, der sich von seiner eigenen Individualität loslösen kann; er malt die Sachen in einer Weise, die nicht subjektiv, sondern objektiv ist. Sein Werk ist gewissermassen unpersönlich“ (S. 61). *Joyau* erklärt sich hier als Gegner der Ansicht, wonach das Genie eine Art Krankheit sei. Seine Argumentation ist aber schwach: der Geisteskranke ist (alienatus a se) nicht mehr Herr über seine Gedanken und unterliegt der Herrschaft einer Idee oder einer Passion. Das Genie im Gegenteil befreit sich von jedem Zwang und entwickelt sich frei, „nur seinen eigenen Gesetzen gehorchend, und so schreitet es von einem Gedanken, von einer Handlung zu einer anderen, in logischer Ordnung“ (S. 68, 69). Hier weiss der Leser nicht mehr, was von den „eigenen Gesetzen des Genies“ übrig bleibt, derweil das Genie nur dann Genie ist, wenn es sich von sich selbst loslöst (s. oben).

Es lässt sich nicht leugnen, dass die Schöpfungen des wahren Talents in der Kunst, der Wissenschaft, Ethik und Technik immer logisch sind, insofern sie logisch erklärt werden können. Das ist aber eine Logik post factum, eine erklärende und ordnende Logik, keine schaffende, denn eine solche existiert überhaupt nicht, will man unter Logik nur die Induktion und die Deduktion wissen. Will man aber der Logik eine breitere Fassung verleihen, so muss man dies ausdrücklich sagen. Das thut *Joyau* nicht, und darum sind seine auch trefflichen Gedanken etwas verschwommener Art. Hierüber ein Beispiel: „Die schöpferische Einbildungskraft ist die Fähigkeit, das Ideal zu erkennen und zu verwirklichen. Das Ideal ist dasjenige, was, unter gegebenen Umständen, logisch geschehen sollte und was thatsächlich verhindert wurde durch das Eingreifen gegenwirkender Ursachen. Das Werk des Genies offenbart das Ideal, indem es demselben den innerlich geeigneten (propre), d. i. logischen Ausdruck verleiht“ (S. 72). Die Deutung des Ideales ist gut. Die schöpferische Thätigkeit ist aber immer nur teleologisch definiert; der innere Mechanismus derselben bleibt unberührt; etwa in der Art, wie wenn einer die Therapie nur als eine Thätigkeit definieren wollte, welche die Gesundheit wieder herstellt. Richtig, aber unzureichend.

Das Kapitel über das Schaffen in der Kunst trägt nichts näheres zur Erläuterung bei. Interessanter sind die Kapitel, wo das wissenschaftliche Schaffen analysiert wird, auf Grund der Aeusserungen von *Fr. Bacon*, *J. St. Mill*, *Cl. Bernard* u. a. Die ältere Ansicht teilend, verkennt *Joyau* die Tragweite der Analogie (vgl. S. 109, 110, 135).

Folgende treffliche Gedanken wollen wir indes noch hervorheben: „Das Denken (raisonnement) ist kein ursprüng-

licher, sondern ein reflektierter Vorgang, ein Wiederkehren, um sich zu überzeugen, dass man sich nicht übereilt und einer Illusion sich nicht preisgegeben hat; nie ist es mehr als ein Mittel zur Kontrolle und ist keine Methode der Erfindung" (S. 137). „Jedesmal, wie sich ein Gedanke vor unseren Verstand stellt, wird er durch eine Association herbeigeführt. Diese Association lässt sich aber auf zwei grundverschiedene Prinzipien zurückführen, auf die Gewohnheit und die Einbildungskraft" (S. 149). Alsbald wird abermals die bereits wiedergegebene Formel der Einbildungskraft das xte Mal wiederholt, ohne einen Schritt weiter zu machen.

Im folgenden Kapitel wird dargethan, dass auch in der Moral die Lösung einer jeden Lebensaufgabe wieder eine Art Erfindung ist. Dabei übt zwar die Passion, das Interesse und die Gewohnheit einen mächtigen Einfluss; dieser wird aber wieder als hindernd dahingestellt. Der selbständige Geist löst sich aus diesen Banden und hat in der Einbildungskraft den logischen Führer.

Das Werk schliesst mit drei Kapiteln über das Wahre, das Schöne und das Gute, wohin wir *Joyau* nicht mehr folgen, erstens weil es uns auf einen Abweg führen würde, und zweitens, weil er hier wenig Neues zu Tage fördert. In allem sieht er nur lediglich die logische Seite.

Dem pulsierenden Leben näher steht das Werk von *Paul Souriau, „Théorie de l'Invention"* (1881), eine Schrift von feinem Gefühl geleitet und reich an ansprechenden Beispielen. Als Prinzip der Erfindung wird auch die Vorstellungskraft gestellt und dabei richtig bemerkt, dass die Einbildungskraft eigentlich nichts schafft; „ihr Wirken reduziert sich auf ein neues Kombinieren derjenigen Materialien, die ihr die sinnliche Erfahrung zuführt" (S. 1). Sie gibt aber alles Neue in der Seele. Der Gedankengang ist bei *Souriau* durchsichtig, die Schrift elegant.

Unter Erfindung versteht *Souriau* lediglich die Entstehung neuer Gedanken. Den Schritt von dem Gedanken zur Sache betrachtet er gar nicht. Zudem ist ihm das technische Schaffen vollkommen fremd; er begeht den sehr verbreiteten Fehler, die technische Erfindung vollständig der Methode zuzuschreiben. Als Beispiel aller Methode bespricht er die einfachsten arithmetischen Regeln und unmittelbar darauf lesen wir: „Nach einer gleich sicheren Methode und ebenso leicht wird der Physiker das Gasvolum unter gegebenem Druck berechnen; der Mechaniker wird die Resultierende aller Kräfte bestimmen, die auf einen Körper wirken. Nicht nur in der Wissenschaft, sondern in der Industrie, der Kunst, dem alltäglichen Leben auch kann man Beispiele solcher methodischer Erfindung finden. Der Ingenieur weiss, wie er sich daran machen muss, um eine Brücke von gegebener Tragkraft oder eine Maschine von bestimmter Kraft zu bauen. Der Musiker wird gewisse Effekte erzielen durch Anwendung bekannter Rhythmen und Kunstgriffe. Der Dramatiker besitzt eine Anzahl Vorschriften (recettes), um eine Szene hervorzuheben .... Methode, Gewandtheit, Verfahren, Erfahrenheit, Routine —, alle diese Ausdrücke, auf die Erfindung angewandt, haben im Grunde dieselbe Bedeutung: sie bezeichnen die Kunst, zu einem bestimmten Ziele zu gelangen mit bekannten Mitteln" (S. 15, 16). Doch die wahre Erfindung besteht „in der Aufstellung der Fragen" (S. 17). Weit entfernt von dem Gebiete der Technik, sieht offenbar *Souriau* in allen Brücken, in allen Maschinen nur Eisenstäbe und Räder. Darum erscheinen sie ihm alle gleich, jedenfalls nicht verschieden genug, um in denselben Fragen und Probleme zu erfassen.

Dass die Erfindung nicht Sache der Logik ist, sucht *Souriau* dadurch zu beweisen, dass er sie weder in der Deduktion noch in der Induktion findet (S. 25 bis 29). Bei der Deduktion, sagt er, sei das Besondere (das Endergebnis) schon im voraus im allgemeinen enthalten. Dieser bekannte Vorwurf übersieht indes die Thatsache, dass das konkrete Ergebnis mehr Attribute enthält, als der abstrakte Ausgangspunkt. In der Deduktion ist demnach irgend ein Schaffen. Aehnliches lässt sich auch über die Induktion sagen. Weil hier der Schluss mehr umfasst (allgemeiner ist), als die beiden Prämissen, so sieht *Souriau* in der Induktion einfach ein Sophysmus (S. 27) (?). Recht hat er aber, zu behaupten, dass die Induktion immer nur eine Hypothese liefert, deren Rechtfertigung durch die Thatsache noch aussteht.

Man muss sich billig wundern, wenn man sieht, wie ein feinfühlender Denker wie *Souriau*, überall die Erfindung suchend, über die Induktion hinweggeht, ohne zu bemerken, dass dies gerade das Feld der wissenschaftlichen Entdeckung ausmacht.

Und dennoch muss man mit *Souriau* sagen: das Schaffen steht ausserhalb der Logik. Aber in einem anderen Sinne. Bleiben wir bei der klassischen Fassung der Logik, welche nur das diskursive Denken umfasst, so bleibt noch eine parallele Thätigkeit, die spontane Verkettung der Gedanken, Gefühle und Willensakte, deren Mechanismus meist der Selbstbeobachtung entschlüpft. Diese spontane Gedankenarbeit ist der bewussten Logik nicht unterworfen, obgleich die Ergebnisse dieser Arbeit logisch sind.

Souriau besitzt offenbar die Gabe, besonders leicht zu denken und zu schreiben. Mit leichtem Fuss schreitet er aber über manchen dunklen Punkt hinweg, ohne zu bemerken, dass der Punkt dunkel bleibt. Der Leser fühlt dieselbe Leichtigkeit, und die dunklen Punkte wecken nur die Kritik und das Weiterdenken. Wir können das Werk nur empfehlen.

So wird beispielsweise die interessante Frage von dem Suchen aufgeworfen: „Wenn wir schon wüssten, was der gesuchte Gedanke ist, hätten wir ihn schon gefunden, und wüssten wir davon gar nichts, würden wir ihn nicht suchen." „Was wir vom gesuchten Gedanken vermissen, ist seine Form; was wir davon wissen, sind die Bedingungen, denen er entsprechen muss. Jede Forschung löst sich in folgender Formel auf: seinen Verstand in eine solche Gedankenreihe einleiten, deren letztes Glied den gegebenen Forderungen entspricht" (S. 14, 15).

Von der Inspiration wird einfach gesagt: sie ist „eine ausserhalb uns liegende Kraft und ist unabhängig von unserem Willen" (S. 23). Ferner wird darauf hingewiesen, dass die Grundlehren einer jeden Wissenschaft, so die geometrischen Axiomen, ausserhalb der Logik gefunden werden (S. 33 u. ff.) und die ganze Geometrie erscheint somit als „ein Kunstwerk, ein Ergebnis der Phantasie und nicht der Logik. Sie ist nicht deduziert, sondern erfunden worden" (S. 38).

Souriau gibt einen Ratschlag, der jedes Suchen eines Gedankens erleichtern soll: „Man muss daneben denken" („Il faut penser à coté") (S. 7). Mit dieser Sentenz will er nur zu einer Leitformel die einfache Bemerkung verwandeln, die man häufig an sich macht, nämlich, dass die trefflichsten Gedanken uns oft kommen, indem wir nicht an sie direkt, sondern etwas daneben denken. „Wir finden unsere Gedanken am häufigsten durch Ausweichung (digression)" (S. 6). Das ist alles richtig; aber als Leitformel, als Kunstgriff, richtige und gesuchte Ideen zu finden, kann diese blosse Konstatierung darum nicht gelten, weil das „Daneben" ein unbegrenztes Feld ist. *Souriau* freut sich sehr, seine Formel gefunden zu haben, doch ist sie viel zu subjektiv. Ueberhaupt bildet die Selbstbeobachtung zugleich die interessante, aber auch die schwache Seite des Werkes.

Das Erfinden ist somit weder Sache der Reflexion (S. 3), noch der Logik (S. 25). Als Prinzip der Erfindung wird „der Zufall" genannt (S. 45). Die titelmässig versprochene Theorie der Erfindung kommt somit hier zur Sprache. Was ist nun der Zufall? *Souriau* findet keinen Zufall ausserhalb uns, weil in der Natur alles ursächlich verknüpft ist, obgleich die Verknüpfung nicht überall sichtbar ist. Der Deutung des Wortes „Naturgesetz" müssen wir nur beistimmen: „Man sagt, man habe das Gesetz einer Erscheinungsreihe gefunden, wenn man zwischen denselben einen Zusammenhang gefunden hat, der klar, einfach und leicht verständlich ist" (S. 48). Der Determinismus (ein Wort, das von *Cl. Bernard* zuerst gebraucht und bei den Franzosen sehr beliebt ist) der physischen Erscheinungen ist ursächlich. Derjenige der Gedanken und Handlungen ist zielmässig (S. 56 bis 62). Man könnte vielleicht sagen: Der Determinismus der Naturerscheinungen ist logisch, der der Handlungen teleologisch. „Hier müssen wir aber mit Bescheidenheit zugestehen", fügt *Souriau* hinzu, „dass im gegenwärtigen Zustande unseres Wissens der Determinismus

immer nur ein Postulat ist" (S. 64). Unter Zufall versteht er den „Konflikt zwischen der äusseren Kausalität und der inneren Finalität" (S. 64), den Konflikt „der äusseren Ursachen mit den inneren Zielen" (S. 65). Somit ist der Zufall „rein subjektiver Natur: er hat nur einen *Scheinwert* und existiert nur gegenüber dem zielmässig handelnden Wesen" (S. 65).

Sehr interessant ist das nächste Kapitel, welches „den Determinismus der Erfindung" bespricht (S. 70 bis 91). Dieser ist doppelt: ein innerer (Association) und ein äusserer (Einwirkung der äusseren Eindrücke). Beide treten noch in Wechselwirkung miteinander. Bei der Wiederholung eines Gedankens, einer Handlung, ist aber auch noch unser Hirngewebe nicht mehr dasselbe, was es früher gewesen, es hat sich molekular erneuert und verändert; „die physische Veränderung bringt notwendig mit sich eine Veränderung in der Reihenfolge, in welcher uns die einfache Association leiten würde" (S. 83). Ferner treten auch „die Bilder der Perzeption (von aussen) in Berührung mit den Bildern der Konzeption und verlöten sich mit diesen" (S. 86). Ueberhaupt enthält besonders dieses Kapitel eine Fülle höchst interessanter Gedanken. Nur sind sie nicht zum Abschluss geführt. So die Konzeption: das ganze Werk sollte ja diesen Begriff zum Gegenstand haben, denn eine Konzeption ist eben ein neu entstandener Gedanke. *Souriau* gebraucht aber das Wort Konzeption ein einziges Mal und ohne bei demselben stehen zu bleiben.

Das nächstfolgende Kapitel bespricht die günstigen Bedingungen für die Originalität (S. 92 bis 119) und ist weniger interessant: dem Verfasser stand hier ein ärmeres Material für die Selbstbeobachtung zu Gebote. Hinweise auf die Litteratur fehlen aber auch hier wie anderswo vollständig. In der reinen Dialektik erzielt *Souriau* wenig Erfolg. Das abstrakte Denken ist nicht seine starke Seite. So lesen wir z. B.: „ein *erfinderischer* Geist muss neugierig und *originell* sein" (S. 106), eine Tautologie, weil im ganzen Kapitel „erfinderisch" und „originell" durchweg synonimistisch gebraucht werden. Paradoxal klingt folgender Satz: „Der Verstand wird um so mehr erfinderisch (plus ingénieux et plus inventif), je wissensreicher er wird" (S. 110), paradoxal sagen wir, insofern über die schöpferische Kraft, die ja aus dem Materiale bauen soll, nichts gesagt wird. Aehnliches lässt sich auch über das Gedächtnis sagen (S. 114 bis 119).

Das letzte Kapitel bespricht den fördernden Einfluss der verschiedenen Mittel des Ausdruckes (Sprache, Schrift, anderweitige Kunstgriffe). Hier macht sich besonders fühlbar der Mangel einer vielseitigen litterarischen Ergründung der Frage. Im grossen und ganzen gibt dies empfehlenswerte Buch doch keine Theorie der Erfindung, weil eben die Konzeption, das Schaffen, das Entstehen neuer Gedanken innerlich unerörtert bleibt.

Das Werk von *Otto N. Witt*, „Chemische Homologie und Isomerie in ihrem Einflusse auf Erfindungen aus dem Gebiete der organischen Chemie" (1889), gehört zu jenen seltenen Büchern, deren jede Zeile dem denkenden Leser eine wahre Freude bereitet. Zunächst eine patentrechtliche Studie, bietet sie einen wichtigen Beitrag zur allgemeinen Theorie der chemischen Erfindung. Darum wollen wir dem Gedankengang des Verfassers näher folgen, indem wir das Werk einem jeden Interessenten auf das Wärmste empfehlen. Obgleich seit dem Erscheinen jenes Werkes Deutschland ein neues Patentgesetz besitzt, so haben dadurch die im Werke dargelegten theoretischen Betrachtungen doch gar nichts eingebüsst.

Wir beginnen mit dem Begriffe des chemischen Individuums (S. 17). Dieser umfasst alle Körper, von Elementen bis zu gar verwickelten Substanzen, deren Formeln zur Zeit noch fehlen, die aber eine gewisse Beständigkeit in ihrer Zusammensetzung bieten, auf die wir hier nicht näher eingehen. Wichtig ist für uns die Thatsache, dass ein chemisches Individuum nicht immer eine technische Einheit ist, und diese umgekehrt nicht immer zu den ersteren zählt. So ist z. B. das alte Schiesspulver unzweifelhaft eine technische Einheit, für den Chemiker aber ist es kein chemisches Individuum, sondern ein Gemische mehrerer. Umgekehrt bieten viele seltenen Elemente und Verbindungen kein technisches Interesse. Das will jedoch durchaus nicht sagen, dass von heute auf morgen solch ein Körper nicht in die Reihe technischer Einheiten tritt (wie es bei dem *Auer*'schen Gasglühlicht geschah).

Zwischen den chemischen Individuen gar verschiedener Komplexion bemerkt der Chemiker gewisse Aehnlichkeiten, welche die Orientierung und auch die Prognose ermöglichen. Eine derartige Gesetzmässigkeit heisst „Periodizität der Elemente". Andere heissen „Homologie", „Isomerie" u. s. w. Mit Homologie (S. 29 bis 42) wird jene Aehnlichkeit und schrittweise Abweichung bezeichnet, welche über die Eigenschaften zweier Reihen chemischer Individuen herrscht, wo in jeder Reihe die Körper durch das Hinzutreten eines bestimmten Bestandteiles voneinander abstufen. Die Homologie gestattet eine doppelte Prognose: erstens kann der Chemiker neue Glieder homologer Reihen voraussagen, zweitens kann er über einzelne Eigenschaften bekannter Körper von einer Reihe auf die andere schliessen.

Isomerie (S. 42 bis 53) umfasst dagegen solche Körper, die bei der Analyse in ganz genau gleiche Bestandteile zerfallen, zugleich aber grundverschiedene Eigenschaften aufweisen, woraus geschlossen wird, dass in denselben die gleichen Bestandteile nicht etwa einfach verschmolzen, sondern verschiedenartig gruppiert sind. Diese Ansicht führt zu verschiedenen, höchst sinnreichen Anschauungen betreffend der „Konstitution" der Moleküle, welche Anschauungen wieder die Orientierung und die Prognose mächtig fördern. Zu solchen Bildern gehört das sogen. *Kekulé*'sche Sechseck, d. i. die Darstellung des Benzols als Sechseck, wobei gedacht wird, dass alle anderen hinzutretenden Körper an verschiedenen Stellen des Sechseckes haften. Dieses Bild beherrscht ein weites und wichtiges Feld der Benzolderivate, unterstützt das Gedächtnis und führt zu richtigen Schlussfolgerungen über die Eigenschaften neuer Derivate.

Wir gehen nun über zu den Begriffen der Methode, des Verfahrens und der Aequivalenz. „Als chemische Methode bezeichnet man allgemein den Vorgang, nach dem sich gewisse Gruppen von chemischen Reaktionen abspielen. Die Reduktion (Wasserstoffzuführung), die Oxydation (Wasserstoffentziehung), die Kondensation (Wasserabspaltung), die Hydrolyse (Wasserzuführung), sind chemische Methoden, welche auf zahllose Körper anwendbar sind und sich in dieser allgemeinen Anwendbarkeit auch durch allgemeine Gleichungen ausdrücken lassen. Aber die Art und Weise, wie diese Methoden angewandt werden, muss je nach der Natur der zu bearbeitenden Substanzen vielfach abgeändert werden, und in der Feststellung der Art und Weise, wie eine bekannte chemische Methode in einem gegebenen Falle anzuwenden sei, liegt die Ausarbeitung des chemischen Verfahrens. Jede allgemeine chemische Methode ist die Erzeugerin zahlloser chemischer Verfahren. Neue chemische Methoden werden nur höchst selten aufgefunden, neue Verfahren dagegen tauchen fortwährend auf. Methode und Verfahren stehen somit gewissermassen im Verhältnis von Theorie und Praxis. Eine Methode lässt sich durch logische Schlüsse deduzieren, ein Verfahren kann nur im Laboratorium ausgearbeitet werden (S. 13 und 14). Die Methode gehört somit mehr der wissenschaftlichen Chemie. Die Technologie aber befasst sich mit den Verfahren und nimmt die Methoden als bekannt und gegeben auf.

Verfahren, wie Körper, können einander äquivalent sein. Manchmal stimmt die chemische Aequivalenz mit der technischen überein. Will man z. B. vorhandenes Baryumhydrat seiner alkalischen Wirkungen berauben, so ist jede Säure, in ihrer chemischen Aequivalenz angewendet, zugleich auch technisch äquivalent. Wenn es sich aber darum handelt, ein unlösliches weisses Pulver aus Baryumhydrat zu bekommen, dann sind die Säuren nicht mehr technisch äquivalent. Die technische Aequivalenz deckt sich ziemlich gut mit der patentrechtlichen.

Nun kommt *Witt* zu der so wichtigen Frage über die Patentfähigkeit des chemischen Stoffes und des Verfahrens. Das älteste Patentgesetz, das englische, schützt den Stoff und dessen Herstellungsverfahren, indem beides mit einem Worte „Manufacture" benannt wird. In den Vereinigten Staaten von Nordamerika wird nur der Stoff patentiert,

in Deutschland nur das Verfahren. Das junge Schweizer Patentgesetz sucht dagegen die den beiden Systemen anhaftenden Schwierigkeiten dadurch zu umgehen, dass es die chemische Erfindung einfach ausschloss, so dass in der Schweiz die chemische Industrie des Patentschutzes gänzlich entbehrt, was natürlich mit gewichtigen Nachteilen verbunden ist.

Die erste patentrechtliche Forderung erstreckt sich auf die Neuheit. Ganz richtig hebt *Witt* wieder hervor, dass die Neuheit gegenüber dem Patentgesetze und die Neuheit in der Wissenschaft sich nicht notwendig decken (S. 17). Ein chemisch neuer Körper muss vor allem ein chemisches Individuum sein, ein patentrechtlich (auch technisch) neuer Körper kann aber auch ein blosses Gemisch sein. Gleichfalls muss ein chemisch neuer Körper eine bestimmte chemische Zusammensetzung haben. Nach derselben frägt aber nicht das Patentgesetz, sondern nur nach den Eigenschaften, nach der technischen Verwertbarkeit.

Bezüglich der letzteren vertritt *Witt* die Meinung, dass die Vorprüfung einer Patentanmeldung nur auf die Neuheit und Verwertbarkeit, nicht aber auf die Grösse des Wertes gerichtet sein soll. Diesen Punkt beleuchtet er auf das Sorgfältigste (siehe S. 21, 57, 58, 66, 70, 72 bis 77, 87, 92, 94). „Unter Verwertbarkeit ist lediglich die Möglichkeit einer gewerblichen Anwendung zu verstehen, nicht aber die Thatsache, dass das neue Verfahren im Vergleich zu einem anderen, schon bekannten, irgend welche Vorteile darbietet. . . . Dieses letztere ist eine Frage, deren Entscheidung zur Zeit der Anmeldung einer Erfindung ganz und gar unmöglich ist“ (S. 21). *Witt* schliesst sich dem Vorschlag von *H. Caro* an, der dahin geht, die Prüfung der zunächst anstandslos zu erteilenden, aber vorläufigen Patente erst nach einer gewissen Zeit vorzunehmen (S. 90). Zur Bekräftigung seiner Ansicht führt *Witt* eine Reihe Beispiele an, die er in so eminent objektiver Weise beleuchtet, dass der Leser andererseits die bedeutende Schwierigkeit sieht, die der Durchführung eben seines Vorschlages sich manchmal entgegenstellt. Hierüber nur ein Beispiel (S. 54 bis 61). *Caro* behandelte das Dimethylparaphenylendiamin in gleicher Weise wie *Lauth* früher das Paraphenilendiamin, erhielt aber statt des violetten schwerlöslichen, einen blauen leichtlöslichen Farbstoff. Die grössere Löslichkeit des *Caro*'schen Blaus sicherte ihm an und für sich schon eine grössere Verbreitung vor dem *Lauth*'schen Violett. Stellen wir uns in die Lage der Prüfungskommission, so fühlen wir, wie schwer, ja kaum möglich es ist, ein richtiges Urteil über die Neuheit zu fällen, ganz ohne Rücksicht auf den grösseren Wert. Und wirklich wurde das Patent Nr. 1886 nur in Anbetracht des grösseren Wertes erteilt. In jenen chemischen Erfindungen, wo Homologie und Isomerie auftreten, wird besonders oft „die Grösse des erzielten neuen gewerblichen Erfolges“ zu entscheiden haben (vgl. S. 69 bis 73).

Dass der Leser bei *Witt* selber die Gründe zu einer gewissen Beschränkung seiner Behauptungen schöpft, darf ihm niemand verargen. Im Gegenteil, dieser Umstand bezeugt nur die höchste Stufe der Objektivität in der Wiedergabe des faktisch Geschehenen, und diese Objektivität begrüssen wir besonders herzlich in solchen subtilen Sachen, wie die technische und patentrechtliche Behandlung der chemischen Homologie und Isomerie.

Nach der Feststellung der grundlegenden Begriffe kommt *Witt* zu der Frage von der chemischen Erfindung. Der Unterschied zwischen der chemischen und der mechanischen Erfindung kennzeichnet er in folgenden Worten: „Die Substanz als solche trägt den Stempel der Erfindung aber nicht an sich, wie dies z. B. mit der Maschine der Fall ist. Wir können nicht Atome nach Belieben aneinander binden, wie wir dies mit Maschinenteilen thun können, sondern nur soweit, als dies nach den chemischen Gesetzen möglich ist“ (S. 13). Im Verfahren dagegen, als zeitlicher Aufeinanderfolge bestimmter Manipulationen, macht sich der Unterschied zwischen mechanischen und chemischen Kunstgriffen nicht in gleichem Sinne fühlbar.

Witt gibt keine Definition des Begriffes „Erfindung“, er hebt vielmehr nur einzelne wichtige Merkmale derselben hervor. „In dem Vorhandensein dieser schöpferischen Thätigkeit des menschlichen Geistes liegt jedenfalls das Hauptmerkmal der echten Erfindung. Ein neuer Gedanke oder eine neue Gedankenfolge auf technischem Gebiete zum erstenmal verwirklicht, führt zur wahren, selbständigen Erfindung, und dies auch dann, wenn dieser Gedanke durch eine zufällige Beobachtung angeregt wurde“ (S. 23 und 24). „Denn gerade in der Herstellung des unerwarteten, in der Loslösung vom Banne des als gesetzmässig Anerkannten und Erlernten liegt eines der wichtigsten Kriterien der selbständigen Erfindung“ (S. 81).

Im Gegensatze zu der Erfindung nennt *Witt* alles, was eben gesetzmässig anerkannt und was erlernt werden kann, nach dem Vorschlage von *Kohler* „Konstruktion“. Letztere ist für ihn „die gewandte Benutzung bekannter Mittel zur Erreichung eines bekannten Zweckes“ (S. 24). Der Begriff der „chemischen Konstruktion“ erscheint uns höchst willkommen, indem er noch eine Brücke schlägt über jene Kluft, welche die chemische von der mechanischen Erfindung trennt. In beiden ist die Konstruktion das Ergebnis des dritten Aktes, des gewerblichen Könnens. In der Maschine unterscheidet man ein System und eine Konstruktion. Ein System, z. B. eine *Singer*'sche Nähmaschine, kommt aus den verschiedenen Fabriken unter der Form verschiedener Konstruktionen. Aehnlich in der chemischen Technik. Nach *Witt* scheint das chemische Verfahren ein Analogon des Maschinensystems zu bilden. „Die Einführung eines Aequivalentes für ein anderes in einem bekannten Verfahren ist eine Konstruktion und keine Erfindung. Sie kann auf dem Papier ausgeführt werden und bedarf des Experimentes bloss insofern dasselbe eine Probe auf das angestellte Rechenexempel ist“ (S. 27). „Durch das Vorhandensein isomerer und homologer Reihen von Substanzen ist in der organisch-chemischen Technik die Zugänglichkeit chemischer Aequivalente ausserordentlich gesteigert; bei der Gesetzmässigkeit, welche diese homologen und isomeren Reihen beherrscht, bietet sich ein unabsehbares Gebiet für den chemischen Konstrukteur, nicht selten zum Schaden und Nachteil des chemischen Erfinders“ (S. 28).

Bei dem Ersatz einer Substanz durch einen ihrer Homologen oder Isomeren kann es sich aber ereignen, dass die Gesetzmässigkeit ein bestimmtes Resultat voraussehen lässt, dass aber der Versuch ein anderes Resultat erweist. So in dem oben erwähnten Beispiele mit dem *Lauth*'schen Violett und dem *Caro*'schen Blau. Geschieht ein solcher experimenteller Durchbruch des gesetzmässig Vorausgesehenen, dann haben wir nicht mehr eine Konstruktion, sondern eine Erfindung vor uns.

Feines Gefühl, strenge Selbstkritik und Vorsicht, gründliches Fachwissen und vorzügliche Objektivität, verbunden mit der Fähigkeit knapp zu schreiben, machen aus der Schrift von *Witt* ein klassisches Werk in der Litteratur der Erfindungsfrage. (Schluss folgt.)

Neue Versuche über Lagerreibung nebst neuer Berechnungsmethode derselben.

Von **G. Dettmar**, Oberingenieur in Hannover.

Bekanntlich ist der Elektromotor das einfachste Messwerkzeug zur Bestimmung des Arbeitsverbrauches von Maschinen, und zwar beruht diese Eigenschaft desselben auf der ausserordentlich bequemen und leichten Art der Messung elektrischer Arbeit.

Damit nun der Elektromotor nicht nur für angenäherte



Arbeitsmessungen, sondern auch für genaue Arbeiten brauchbar ist, stellte es sich zunächst als notwendig heraus, die einzelnen in demselben vorkommenden Verluste bezüglich ihres Verhaltens bei verschiedenen Geschwindigkeiten, Feldstärken u. s. w. *genau* zu kennen.

Die vorliegende Untersuchung[1]) ist nun in dieser Weise entstanden, um Klarheit über die in einem Elektromotor vorkommenden *Reibungsverluste*, welche bisher allgemein nur ungenau in die Rechnung einbezogen worden sind, zu schaffen. Es ergaben sich im Laufe der Untersuchungen derart interessante Resultate, welche nicht nur Bedeutung für den oben angeführten Zweck haben, dass es angezeigt erschien, dieselben weiteren Kreisen bekannt zu machen. Insbesondere wurde durch die Untersuchungen eine genaue Bestätigung der schon vor langer Zeit von *Tower* aufgestellten Reibungsgesetze, welche dem Verfasser bei Beginn der Versuche nicht bekannt waren, gefunden. Da diese Gesetze vielfach noch nicht für durchaus sicher gehalten werden, weil *Thurston* davon abweichende Resultate erhalten hat, glaubt der Verfasser, dass die vorliegende Arbeit auch dazu beitragen wird, eine Entscheidung darüber zu fällen, welche Resultate als die richtigen anzusehen seien.

Der erheblich komplizierten Natur der Reibungsgesetze dürfte es wohl im wesentlichen zuzuschreiben sein, dass die schon so lange veröffentlichten Resultate von *Tower* wenig in die Praxis eingedrungen sind. Man hilft sich da fast allgemein noch mit der alten, sehr rohen Annäherung, dass der Reibungskoeffizient konstant sei, d. h. die Reibung sich proportional mit der Tourenzahl verändert. Die vorliegende Arbeit würde wahrscheinlich auch mit der Wiederholung und Nachprüfung der schon bekannten Reibungsgesetze an den in der Praxis herrschenden Anschauungen nichts ändern, wenn dieselbe nicht gleichzeitig den Grund, weswegen die genauen Gesetze sich nicht Eingang verschaffen, beseitigen würde. Es ist dem Verfasser nämlich gelungen, die Berechnungsmethode für die Reibung derartig zu vereinfachen, dass es nach *der neuen Berechnungsweise, welche die genauen Reibungsgesetze berücksichtigt*, noch einfacher ist, die Reibungsarbeit innerhalb der durch die Versuche gedeckten Grenzen zu berechnen, als nach der bisher üblichen, angenäherten Methode. Nach der letzteren wurde die von einem Lager verbrauchte Arbeit berechnet nach einer Formel (vgl. Formel Nr. 5), in welcher der *Lagerdruck* vorkam, so dass man also diesen immer mit ermitteln muss.

Für den Fall aber, dass der *Lagerdruck gleich Null* ist, versagt diese Formel ganz. Setzt man, wie dies vielfach geschieht, $\mu =$ konstant, so würde der Reibungsverlust Null werden. Berücksichtigt man dagegen die schon bekannte Veränderlichkeit des Reibungskoeffizienten mit dem Druck, dann erhält man für den Druck Null $\mu = \infty$, und wird daher das Produkt Druck $\times$ Reibungskoeffizient unbestimmt.

Solche Lager kommen aber thatsächlich vor, z. B. können Lager, welche bei stehenden Wellen als Führung dienen, unter Umständen ohne jeden resultierenden Lagerdruck sein. Des weiteren kann man auch bei horizontalen und belasteten Wellen den Lagerdruck durch *magnetische Entlastung* auf Null bringen. Nach den unten entwickelten Formeln ist es nun möglich, auch für diesen Fall den Verlust zu berechnen.

Da die nachstehenden Versuche, wie oben angegeben, anfangs nur in der Absicht gemacht worden sind, die Verhältnisse in *elektrischen* Maschinen zu untersuchen, ist es natürlich, dass bei Durchführung derselben hauptsächlich solche Maschinen verwendet worden sind. Die vorliegende Abhandlung ist jedoch derart gehalten, dass zu ihrem Verständnis besondere *elektrotechnische Kenntnisse nicht erforderlich* sind.

Ueber die Untersuchungsmethoden.

Um bei den Untersuchungen besonders sicher zu gehen, wurden in der Regel an dem gleichen Gegenstand *zwei Versuche nach verschiedenen Methoden* vorgenommen. Es ist daher notwendig, diese beiden wichtigsten Untersuchungsmethoden zunächst zu erörtern. Die erste derselben ist die sogen. „*Auslaufsmethode*“, welche darauf beruht, dass man dem in Rotation *versetzten* Körper von aussen weder Arbeit zuführt, noch nach aussen hin abnimmt, so dass das in ihm aufgespeicherte Arbeitsvermögen *lediglich in Reibung* umgesetzt wird. Beobachtet man nun die Geschwindigkeitsabnahme mit der Zeit, so lässt sich in einfacher Weise daraus die bei der jeweiligen Geschwindigkeit in Reibung umgesetzte Arbeit ausrechnen. Ist das Trägheitsmoment eines Körpers J, die Winkelgeschwindigkeit ω_1, so ist das aufgespeicherte Arbeitsvermögen

$$A_1 = \frac{J}{2}\,\omega_1^2. \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad 1)$$

Beträgt nun nach einer kleinen Zeit t, für welche der Verlauf der den Tourenabfall darstellenden Kurve geradlinig angenommen werden kann, die Winkelgeschwindigkeit ω_2, so ist das dann noch aufgespeicherte Arbeitsvermögen

$$A_2 = \frac{J}{2}\,\omega_2^2. \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad 1a)$$

Das in der Zwischenzeit in Reibung umgesetzte Arbeitsvermögen beträgt also dann

$$A = A_1 - A_2 = \frac{J}{2}\,(\omega_1^2 - \omega_2^2). \quad . \quad . \quad . \quad 2)$$

Führt man nun die Tourenzahl ein und fasst man alle konstanten Werte unter c zusammen, so erhält man die Gleichung:

$$A = c\,(n_1^2 - n_2^2). \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad 3)$$

Daraus berechnet sich die Reibungsarbeit pro Sekunde:

$$R_m = c\,\frac{n_1^2 - n_2^2}{t}. \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad 4)$$

Bestimmt man nun bei einem rotierenden Körper den Verlauf der Geschwindigkeitsabnahme mit der Zeit, so kann man, wenn das Trägheitsmoment des Körpers bekannt ist, ohne weiteres aus obiger Gleichung den Reibungsverlust bei verschiedenen Umfangsgeschwindigkeiten der Welle ausrechnen. Will man aber nur die *Form* der Reibungskurve untersuchen, so ist es nicht einmal notwendig, genannten Wert zu kennen, sondern man kann sich aus einigen beobachteten Werten eine Reibungskurve mit *unbekanntem* Massstabe ausrechnen.

Eine andere Art der Messung der Reibung gerade in elektrischen Maschinen, die sogen. „*Leerlaufsmethode*“, beruht auf nachstehender Ueberlegung.

Lässt man einen Elektromotor mit *konstanter Tourenzahl*, aber bei verschiedenen Spannungen leer laufen, so werden mit abnehmender Spannung sämtliche elektrischen und magnetischen Verluste abnehmen, während der Verlust durch Reibung konstant bleibt. Da es nun möglich ist, einen Motor von etwa der $1^1/_2$fachen bis herunter zu etwa $^1/_3$ der normalen Spannung auf diese Weise zu untersuchen, so erhält man, wenn man die Resultate graphisch aufträgt, eine kontinuierliche Kurve, welche man leicht bis zur Spannung Null verlängern kann. Bei dieser sind aber alle magnetischen und elektrischen Verluste Null, so dass der für die Spannung Null graphisch ermittelte Verlust lediglich Reibungsarbeit darstellt. Untersucht man nun dieselbe Maschine bei verschiedenen Tourenzahlen, so findet man durch dieses graphische Verfahren für jede derselben den Reibungsverlust und kann somit diesen wieder als Funktion der Tourenzahl auftragen, um eine Reibungskurve der betreffenden Maschine zu erhalten. Es mögen nun die eigentlichen Untersuchungen über das Verhalten der Lagerreibung folgen.

Die Versuche und die daraus sich ergebenden Reibungsgesetze.

An einem 40pferdigen von der Firma *Gebr. Körting* gebauten Elektromotor wurden nun Versuche gemacht, um zu ersehen, wie sich die Reibungsarbeit mit der Geschwindigkeit ändert, und zwar wurde dabei nach den beiden vorhin beschriebenen Messungsmethoden gearbeitet. In Fig. 1 ist die von dieser Maschine aufgenommene Auslaufskurve dargestellt. Da aber der Anker von Gleichstrommotoren zu komplizierter Natur ist, um das Trägheitsmoment mit einiger Genauigkeit bestimmen zu können, wurde auf die Ermittelung absoluter Werte verzichtet, da es ja nur darauf ankam, die *Natur* der Reibungskurve zu

[1]) *Elektrotechnische Zeitschrift*, 1899 S. 203, 380.

ermitteln. Es wurden daraus unter Benutzung der Gleichung 4 folgende dem Reibungsverlust proportionale Zahlenwerte erhalten:

n	$\frac{R_m}{c}$
300	1200
400	1800
500	2600
600	3700

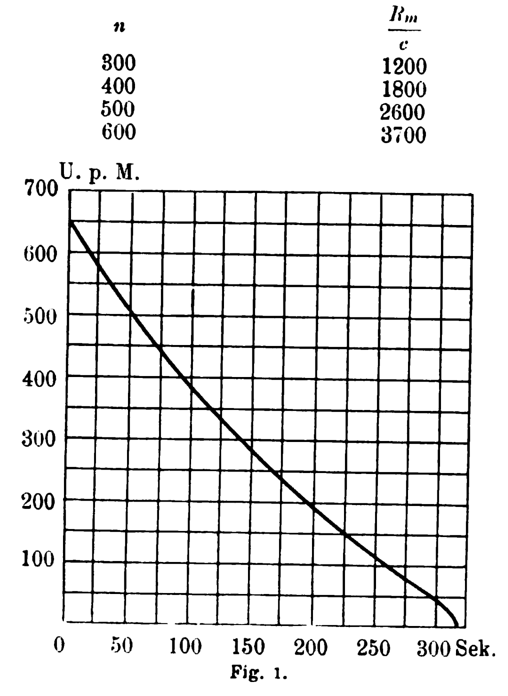


Fig. 1.

Eine Nachrechnung ergibt, dass die Werte $= \frac{R_m}{c}$ mit der 1,6ten Potenz der Tourenzahl wachsen. Dieselbe Maschine wurde noch nach der Leerlaufsmethode untersucht. In Fig. 2 sind die der Maschine zugeführten Watt[2]) als Funktion der Spannung aufgetragen, und zwar für die

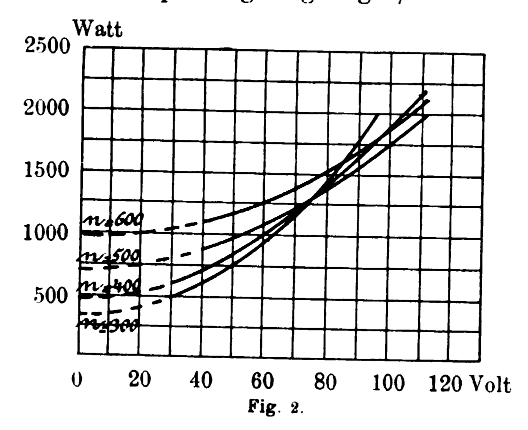


Fig. 2.

Tourenzahlen 300, 400, 500 und 600 pro Minute. Daraus findet man, dass die in Fig. 3 wiedergegebene Reibungskurve eine Exponentialkurve ist. Der Exponent derselben ergibt sich gleichfalls zu 1,6. Man ersieht also, dass die beiden Untersuchungen zu dem gleichen Resultat führen.

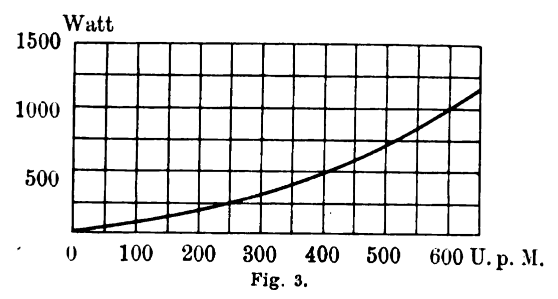


Fig. 3.

Es sei noch bemerkt, dass vor beiden Versuchen die Maschine solange in Betrieb war, dass die Lager eine den normalen Verhältnissen entsprechende Temperatur angenommen hatten, welche während der Dauer der Versuche annähernd *konstant* blieb.

²) Zur Umrechnung von Watt in mkg/Sek. bediene man sich der Gleichung: 9,81 Watt = 1 mkg/Sek.

Es sind nun in gleicher Weise von dem Verfasser *weit über hundert Maschinen* verschiedenen Fabrikats auf Reibung untersucht und dabei Exponenten zwischen 1,4 und 1,6 konstatiert worden. Da nun Elektromotoren auch Luftreibung besitzen, ebenso auch Reibung der Bürsten auf dem Kollektor (welche allerdings bei den Versuchen sehr stark reduziert wird, da bei Leerlauf nur wenig Bürsten notwendig sind), so erscheint es zweckmässig, noch an einem Körper, welcher keine nennenswerte Luftreibung u. s. w. besitzt, eine genaue Nachprüfung vorzunehmen. Für diese Versuche wurde die zuerst beschriebene Auslaufsmethode gewählt, und zwar deshalb, weil sie in wenigen Minuten durchgeführt werden kann und somit eine *Aenderung der Temperatur in dieser kurzen Zeit vollständig ausgeschlossen ist.* Man vermeidet dadurch Komplikationen, welche durch die Veränderung der Temperatur bei den Untersuchungen leicht herbeigeführt werden. Es wurde nun für die Durchführung der Versuche eine dreimal gelagerte Transmission gewählt, auf welcher sich nur ein gusseiserner Körper mit ganz glatter Oberfläche und möglichst geringem Durchmesser befand, um eine Vergrösserung des Lagerdruckes zu erhalten, ohne dadurch nennenswerte Luftreibung zu bekommen. Die Transmission wurde mittels einer elastischen Kuppelung mit einem Elektromotor verbunden, welcher eine grosse Schwungscheibe besass. Dieses ganze Aggregat wurde zunächst 5 Stunden laufen gelassen, damit alle Lager eine konstante Temperatur annehmen konnten. Dann wurde mittels der Auslaufsmethode zunächst Motor *mit* Transmission und sofort hinterher Motor *ohne* Transmission untersucht. Aus den in Fig. 4 dargestellten Auslaufskurven sind die Reibungskurven in Fig. 5 berechnet, und zwar stellt die obere Kurve die Reibung des Motors *und* der Transmission, die untere die des Motors *allein* dar. Die Differenz zwischen diesen beiden

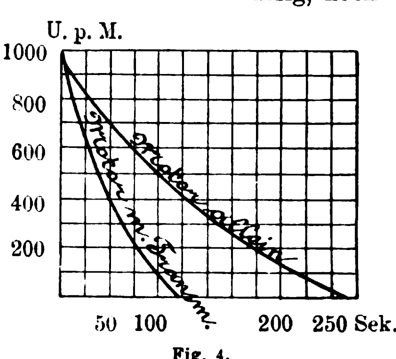


Fig. 4.

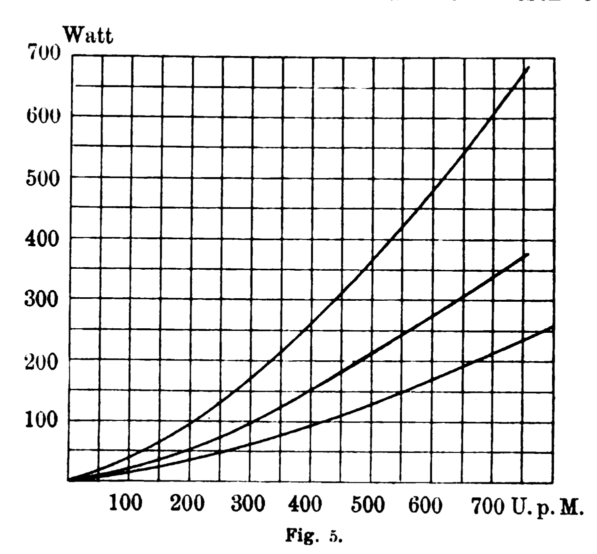


Fig. 5.

Reibungskurven ist die *Reibung der Transmission allein. Bei einer Nachrechnung der Kurve ergibt sich nun, dass der Reibungsverlust mit der 1,5ten Potenz der Tourenzahl sich ändert*, und zwar ist die Untersuchung bis zu einer Umfangsgeschwindigkeit der Welle von etwa 4,3 m/Sek. durchgeführt. *Daraus folgt, dass der Reibungskoeffizient sich proportional mit der Wurzel aus der Umfangsgeschwindigkeit der Welle ändert*, was genau mit den von *Tower* erhaltenen Resultaten[3]) übereinstimmt.

In den Arbeiten des letzteren ist weiter mitgeteilt worden, *dass der Reibungkoeffizient sich umgekehrt propor-*

³) *D. p. J.* 1885 **255** 133.

tional mit dem Druck ändert. Die Versuchsresultate von *Tower* seien auszugsweise in nachstehender Tabelle wiedergegeben. In der dritten Rubrik ist der besseren Uebersicht halber das Produkt aus spezifischem Druck und Reibungskoeffizienten hinzugefügt, woraus man ersieht, dass dasselbe thatsächlich beinahe genau konstant ist.

Belastung des Zapfens	Reibungskoeffizient	Belastung des Zapfens × Reibungskoeffizient
kg/qcm		
36,6	0,0013	0,0476
32,9	0,0015	0,0494
29,2	0,0017	0,0496
25,5	0,0019	0,0485
21,8	0,0021	0,0458
18,1	0,0025	0,0452
14,4	0,0030	0,0431
10,8	0,0044	0,0475
7,03	0,0069	0,0485

Die ausserordentliche Wichtigkeit dieses Satzes scheint es gleichfalls notwendig zu machen, denselben auf seine

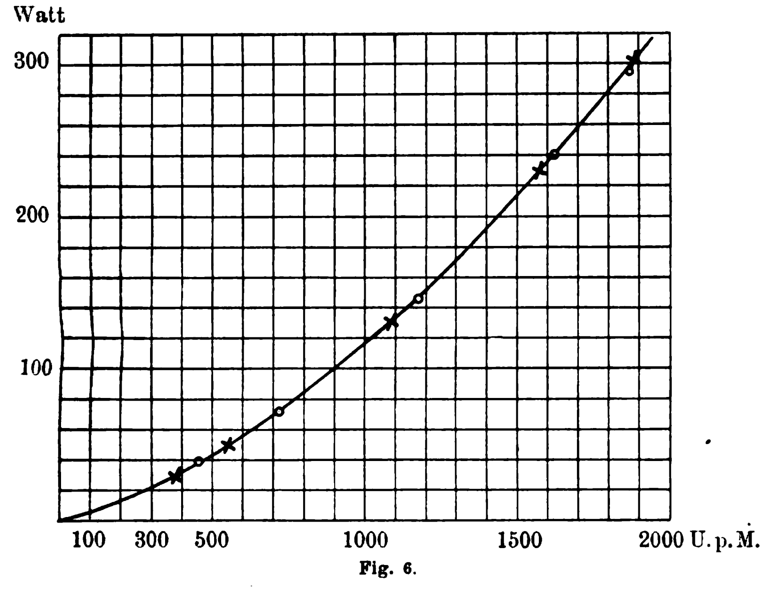


Fig. 6.

Richtigkeit nachzuprüfen. Zu diesem Zweck wurde ein Elektromotor, dessen Riemenscheibe entfernt wurde, mit einer *sehr schweren Scheibe* versehen, welche die Summe der resultierenden Lagerdrücke mehr als *verdoppelte*. Es wurde nun der Stromverbrauch des leer laufenden Motors bei verschiedenen Geschwindigkeiten einmal *mit* und einmal *ohne* diese schwere Scheibe gemessen, und es ergab sich, dass diese beiden aufgenommenen Stromverbrauchskurven sich absolut genau deckten, d. h. der Reibungsverlust in beiden Fällen genau gleich war. Die Resultate sind in Fig. 6 dargestellt, und zwar sind die mit Kreuzen versehenen Punkte *mit* der schweren Scheibe, die mit Kreisen versehenen Punkte *ohne* dieselbe aufgenommen. Zur Beurteilung der Genauigkeit dieses Versuches seien noch einzelne Zahlen angegeben. Der auf die Reibung entfallende Teil ist bei dem untersuchten Modell ungefähr $^1/_3$ der gesamten bei Leerlauf vom Motor verbrauchten Arbeit. Da man nun eine solche Messung bequem auf $^1/_2$ % genau machen kann, so würde sich eine Aenderung der Reibung um $1^1/_2$ % mit Sicherheit konstatieren lassen.

Es wurden nun noch zwei weitere Versuche gemacht zur Prüfung des genannten von *Tower* ausgesprochenen Gesetzes, bei denen die Veränderung des Lagerdruckes auf magnetischem Wege erreicht wurde. Jeder Magnet sucht bekanntlich seinen Anker anzuziehen. Bei einer *symmetrisch* gebauten elektrischen Maschine heben sich aber diese Kräfte beinahe auf (sie thun es nicht ganz, da Ungleichmässigkeiten im Material u. s. w. stets vorkommen werden). Stört man diese Symmetrie dadurch, dass man einen oder mehrere geeignete Pole *nicht* erregt, so wird man einen erheblichen resultierenden magnetischen Zug erhalten, der sich je nach seiner Richtung zu dem durch das Ankergewicht hervorgebrachten Lagerdruck addiert oder subtrahiert. Auf diese Weise wurde nun ein langsam laufender 8poliger Motor von etwa 30 PS Leistung, dessen Bauart ähnlich der in Fig. 7 dargestellten ist, auf seinen Stromverbrauch bei Leerlauf unter sonst gleichen Umständen untersucht, aber einmal mit einem resultierenden magnetischen Zuge nach oben, das andere Mal, wenn ein solcher nach unten gerichtet war. Die Anordnung der Pole war nicht wie die in Fig. 7 angegebene, sondern gegen diese um $22^1/_2$ verschoben, so dass zwei Pole horizontal, zwei vertikal und die anderen unter 45° zu liegen kommen. Der Motor verbrauchte dann, wenn der *untere* Pol *nicht* erregt war, bei 113,8 Volt, 193 Touren und einer Erregung der sämtlichen anderen Pole mit 6,23 Ampère, 1954 Watt. Wurde dagegen der *obere* Pol *nicht*, alle anderen Pole aber mit 6,26 Ampère erregt, so verbrauchte die Maschine bei derselben Spannung und Tourenzahl gleichfalls 1954 Watt. Da nun alle elektrischen Versuche in beiden Fällen *genau gleich* waren, so geht daraus hervor, dass auch der Reibungsverlust trotz Aenderung des Lagerdruckes gleich geblieben ist.

Der zweite Versuch wurde an einer langsam laufenden Dynamo für 125 PS mit gleichfalls 8 Polen, deren Anordnung aus Fig. 7 zu ersehen ist, vorgenommen. Diesmal wurde ein magnetischer Zug dadurch hervorgebracht, dass gleichzeitig immer nur *ein* Pol erregt wurde. Die Grösse dieses Zuges konnte allerdings nicht mit absoluter Genauigkeit bestimmt werden, doch ist dies auch nicht erforderlich. Er wurde nach der bekannten, von *Maxwell* angegebenen Formel, die aber erfahrungsgemäss etwas zu hohe Werte ergibt, zu 1135 kg berechnet. Setzen wir vorsichtshalber nur etwa 70 % des berechneten Wertes, nämlich nur 800 kg ein, so finden wir, dass die Summe der resultierenden Lagerdrücke bei dem Gewicht des Ankers u. s. w. von 2300 kg im Verhältnis von 1 : 1,9 geändert werden konnte. Wahrscheinlich ist aber dieses Verhältnis thatsächlich noch etwas grösser gewesen. Es wurden nun nacheinander die oberen und unteren Pole *einzeln* erregt und dabei der Stromverbrauch des die Dynamo antreibenden Motors, bei genau gleicher Spannung und Tourenzahl beobachtet. Es ergaben sich dabei die in folgender Tabelle angegebenen Resultate:

Es wurde erregt Pol Nr.	Tourenzahl der Dynamo	Spannung (des antreibenden Motors)	Stromverbrauch (des antreibenden Motors)	Wattverbrauch (des antreibenden Motors)	Der auf die Lager ausgeübte Druck betrug etwa
					kg
2	198	107,4	11,63	1250	1600
3	198	107,2	11,35	1217	1600
6	198	107,2	11,65	1249	3060
7	198	107,6	11,65	1253	3060

Die zwischen der ersten und zweiten Ablesung bestehende Differenz erklärt sich aus der oben schon erwähnten Thatsache, dass kleine Ungleichmässigkeiten durch verschiedene Grösse der Pole, verschiedene Dichtigkeit des Materials u. s. w. unter Umständen hervorgerufen werden können.

Es ergibt sich also aus diesen Versuchen, dass das von *Tower* schon konstatierte Gesetz thatsächlich genau zutrifft. Die Gültigkeit desselben besteht natürlich nur so lange als der Lagerdruck eine gleichmässige Oelschicht im Lager ermöglicht. Nach Angaben von *Tower* gilt das Gesetz, je nach dem Schmiermaterial, bis zu Drücken von 30 bis 44 kg pro Quadratcentimeter. Da derartig hohe spezifische Drücke aber fast nie vorkommen, so wird man kaum in die Lage kommen, auf diese Einschränkung Rücksicht nehmen zu müssen. Aus obigem Versuch folgt aber noch eine andere wichtige Erkenntnis. Es ergibt sich nämlich daraus, dass bei einem Lager, welches für annähernd konstante Drehgeschwindigkeit benutzt wird, und welches

nicht erheblichen Stössen bezw. Druckwechseln unterworfen ist, *eine zusätzliche Reibung in den oben angegebenen Grenzen nicht existiert.* Des weiteren folgt aus derselben eine ausserordentlich einfache Berechnungsmethode für die Lagerreibung, welche weiter unten entwickelt werden soll, und welche über die Dimensionierung von Lagern besonders wichtige Aufschlüsse gibt.

Die *Tower*'schen Untersuchungen, welche sich mit der Abhängigkeit des Reibungskoeffizienten von der Temperatur beschäftigen, sind mit grosser Sorgfalt durchgeführt, so dass der Verfasser glaubte, mit Rücksicht auf die bedeutenden Schwierigkeiten, welche die Versuche bieten,

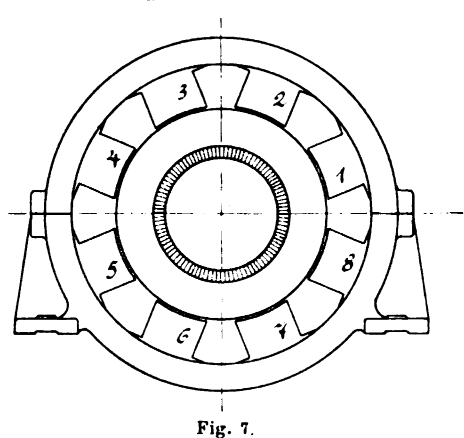


Fig. 7.

von einer *genauen* Nachprüfung absehen zu können. Aus dem von *E. Müller, D. p. J.* 1885 **255** 136, gegebenen Bericht über die *Tower*'schen Arbeiten ist zu entnehmen, dass der Reibungskoeffizient sich umgekehrt proportional mit der Temperatur ändert. Die Untersuchungen erstrecken sich auf Temperaturen von 15,6° bis 48,9° C. und auf Umfangsgeschwindigkeiten der Welle von 0,533 bis 2,39 m/Sek. bei einem spezifischen Druck von 7,03 kg/qcm. Es möge hier ein Auszug gegeben werden, und zwar für eine Geschwindigkeit von 1,6 m/Sek., dem wiederum zur schnelleren Uebersicht das Produkt aus Temperatur und Reibungskoeffizient hinzugefügt ist, welches sich als fast genau konstant ergibt.

Temperatur	Reibungskoeffizient beobachtet	Temperatur × Reibungskoeffizient
° C.		
48,9	0,0044	0,215
43,4	0,0050	0,217
37,8	0,0058	0,219
32,2	0,0069	0,222
26,7	0,0083	0,222
21,1	0,0103	0,218
15,6	0,0130	0,203

Eine Illustration der Richtigkeit dieses Gesetzes konnte aber in einfacher Weise erbracht werden.

Es wurde ein Elektromotor, welcher die normale Temperatur der Umgebung hatte, während einer Zeit von über 5 Stunden mit konstanter Spannung und konstanter Tourenzahl laufen gelassen und dabei der Stromverbrauch desselben gemessen. Da nun alle übrigen Verluste in einem Elektromotor sich nur ganz unwesentlich mit der Temperatur verändern (die Verluste für die Hysteresis und diejenigen durch Foucault-Ströme ändern sich ausserdem auch gerade in umgekehrter Weise mit der Temperatur, da die ersteren mit der Temperatur schwach zunehmen, die letzteren mit derselben schwach abnehmen), so kann man die sämtlichen Verluste ausschliesslich der Reibung innerhalb dieser 5 Stunden als *konstant* ansehen. Es wird also die Veränderung im Stromverbrauch direkt die Veränderung der Reibungsarbeit angeben. Da nun die Lagerbelastung sowohl wie die Umfangsgeschwindigkeit der Welle innerhalb des Versuches konstant waren, so kann aus der Abnahme des Reibungsverlustes direkt auf eine Abnahme des Reibungskoeffizienten geschlossen werden. Es wurde nun bei der betreffenden Maschine ausser dem Stromverbrauch gleichzeitig auch die Lagertemperatur gemessen. Beide Resultate sind in Fig. 8 dargestellt. Man ersieht daraus, dass in dem gleichen Masse, wie die Temperatur *zunimmt*, der Strom *abnimmt* und dass, sobald die Temperatur einen konstanten Wert erreicht hat, auch der Stromverbrauch konstant bleibt. Bei einer Reihe von Maschinen ist gefunden worden, dass nach 3½ bis 4½ Stunden die Lagertemperatur konstant wird.

Es sei hier noch auf einen sehr interessanten Punkt hingewiesen. Schon von *Tower* sowohl wie von *Thurston* ist gezeigt worden, dass der Reibungskoeffizient bei einer Umfangsgeschwindigkeit der Welle von etwa 0,5 m sein Verhalten ändert, indem er bei *abnehmender* Geschwindigkeit wieder *zunimmt.* Bei einigen Versuchen konnte ein derartiger Wechsel im Verhalten des Reibungskoeffizienten konstatiert werden, aber erst bei niedrigerer Geschwindigkeit als von *Tower* und *Thurston* angegeben. Der Wendepunkt lag fast immer um 0,25 m/Sek. herum und wurde nur bei einem Versuch bei 0,3 m/Sek. gefunden. Bei einer grossen Reihe von Versuchen war es aber selbst bei schärfster Beobachtung nicht möglich, einen solchen Wendepunkt aufzufinden. Nämlich gerade bei der im Anfang besprochenen Auslaufsmethode ist es in einfacher Weise möglich, diesen Wendepunkt, wenn er vorhanden ist, nachzuweisen, da derselbe sich schon in der Auslaufskurve bemerkbar machen muss. In Fig. 1 ist dieser Wendepunkt auch deutlich zu erkennen. Für die Praxis ist dieser Erscheinung jedoch wenig Wichtigkeit beizumessen, da im allgemeinen Umfangsgeschwindigkeiten der Welle von 0,25 m/Sek. nicht vorkommen werden. Es wurde daher auch von einer *eingehenden* Untersuchung darüber abgesehen.

Wie man aus vorstehenden Versuchen ersieht, ist die Berechnung der Reibung dadurch etwas kompliziert, dass der Reibungskoeffizient von drei verschiedenen Faktoren, nämlich der Umfangsgeschwindigkeit der Welle, dem spezifischen Druck und der Temperatur beeinflusst wird. Durch eine verhältnismässig nahe liegende Annahme, welche durch obige Untersuchungen vollständig begründet ist, ist es dem Verfasser gelungen, die Methode zur Berechnung der Reibung für das untersuchte, die praktischen Fälle aber

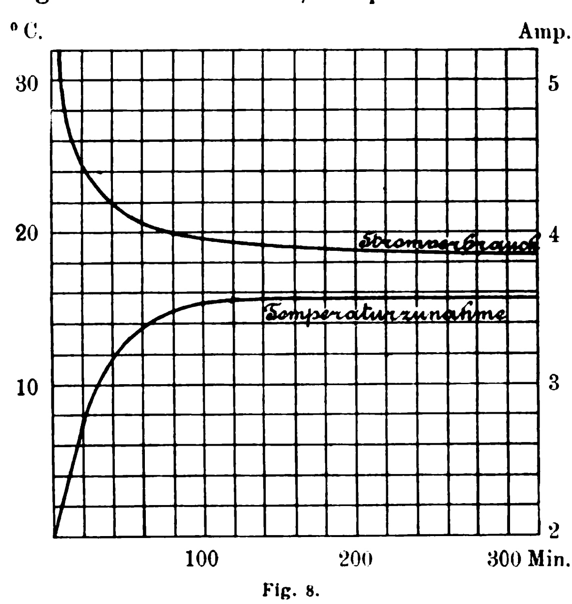


Fig. 8.

durchaus deckende Gebiet derartig abzuändern, dass sie in Wirklichkeit äusserst einfach anzuwenden ist. Bevor diese neue Berechnungsmethode entwickelt werden soll, mögen zunächst die Reibungsgesetze besonders formuliert werden, damit im Laufe der Rechnung auf dieselben zurückgegriffen werden kann.

Da die Erwärmung eines Lagers natürlich von der im Lager vernichteten Arbeit abhängt, letztere aber, wie gezeigt, wiederum von der Erwärmung, so wird notwendigerweise die Berechnungsweise der Reibung *unter Berücksichtigung der Temperatur* erheblich komplizierter sein, wie diejenige *ohne* Berücksichtigung derselben. Im allgemeinen wird die Temperatur von gut dimensionierten Lagern aber

nicht erheblich verschieden sein, so dass es für die gewöhnlichen Fälle durchaus berechtigt ist, von einer Berücksichtigung derselben Abstand zu nehmen und dafür eine wesentliche Vereinfachung in der Berechnungsmethode zu erzielen. Es sollen daher nachstehend:

1. Formeln für konstante Temperatur und
2. solche für veränderliche Temperatur entwickelt werden.

Die Reibungsgesetze können nun unter Zugrundelegung der Versuche von *Tower* wie derjenigen des Verfassers für die darin angegebenen Grenzen folgendermassen festgelegt werden:

1. Reibungsgesetz.

Bei konstanter Lagertemperatur und bei konstantem spezifischen Druck wächst der Reibungskoeffizient mit der Wurzel aus der Umfangsgeschwindigkeit der Welle und somit die Reibungsarbeit mit der 1,5ten Potenz derselben. (Nur gültig für Geschwindigkeiten über 0,5 m/Sek.)

2. Reibungsgesetz.

Bei konstanter Lagertemperatur und konstanter Umfangsgeschwindigkeit der Welle ist der Reibungskoeffizient umgekehrt proportional dem spezifischen Lagerdruck und somit die Reibungsarbeit unabhängig vom Druck, sofern dieser 30 bis 44 kg pro Quadratcentimeter nicht überschreitet.

3. Reibungsgesetz.

Bei konstantem spezifischem Druck und konstanter Umfangsgeschwindigkeit der Welle ist der Reibungskoeffizient umgekehrt proportional der Lagertemperatur und folglich auch die Reibungsarbeit umgekehrt proportional der Lagertemperatur.

Formeln zur Berechnung der Reibungsverluste.

A. *Für konstante Lagertemperatur.*

Bezeichnet man mit μ den Reibungskoeffizienten bei dem spezifischen Druck p und der Temperatur T,

Q den gesamten Druck auf das Lager in Kilogramm,
p den spezifischen Druck in Kilogramm pro Quadratcentimeter,
d den Durchmesser des Lagers in Centimeter,
l die Länge des Lagers in Centimeter,
n die Tourenzahl der Welle pro Minute,
w die Umfangsgeschwindigkeit der Welle in m/Sek.,
R_m die Reibungsarbeit in mkg/Sek.,

ausserdem, was für gewisse Fälle zweckmässig ist, mit R die Reibungsarbeit in Watt, so ist bekanntlich

$$R_m = \mu \,.\, Q \,.\, w \quad \ldots \ldots \quad 5)$$

und da

$$p = \frac{Q}{d\,.\,l} \quad \ldots \ldots \quad 6)$$

$$R_m = \mu \,.\, p \,.\, d \,.\, l \,.\, w \quad \ldots \ldots \quad 7)$$

Man sieht also, dass der Reibungsverlust sowohl von p wie von w abhängt. Da nun aber nach dem zweiten Reibungsgesetze der Reibungskoeffizient umgekehrt proportional dem Druck ist, so wird, wenn man mit μ' *den Reibungskoeffizienten bei einem konstanten spezifischen Druck von 5 kg/qcm bezeichnet,* die Gleichung

$$\mu \,.\, p = \mu' \,.\, 5 \quad \ldots \ldots \quad 8)$$

gelten. Führt man diese Beziehung in die Gleichung 7) ein, so sieht man, dass dann der Wert p aus der Gleichung verschwindet und die Reibungsarbeit, welche durch die Gleichung

$$R_m = 5\, \mu' \,.\, d \,.\, l \,.\, w \quad \ldots \ldots \quad 9)$$

dargestellt werden kann, nur noch abhängig ist von dem Wert w. Dieser Reibungskoeffizient μ', welcher für einen Druck von 5 kg/qcm angenommen ist, ist vom Verfasser „*reduzierter Reibungskoeffizient*" bezeichnet worden. Es ergibt sich aus der Einführung desselben eine grosse Vereinfachung der Reibungsberechnung. Bei Betrachtung der Gleichung 9) ersieht man, dass es mit derselben möglich ist, den Reibungsverlust *lediglich aus den Dimensionen des Lagers zu berechnen,* wobei natürlich die oben angegebene Einschränkung zu berücksichtigen ist, dass der spezifische Druck nicht grösser als 30 bis 44 kg/qcm sein darf, d. h., dass die Oelschicht des Lagers nicht durchgedrückt wird. Tritt dies ein, so hat ein Teil des Lagers trockene Reibung, wofür der Koeffizient erheblich höher einzusetzen ist.

Das Resultat des ersten Reibungsgesetzes lässt sich in folgende Gleichung kleiden:

$$\mu' = r \sqrt{w} \quad \ldots \ldots \quad 10)$$

worin r eine von der Oelsorte und der Lagertemperatur abhängige Konstante ist. Man erhält somit den Reibungsverlust, wenn man die Gleichung 10) in Gleichung 9) einsetzt,

$$R_m = 5\, r\, d \,.\, l \,.\, \sqrt{w^3} \quad \ldots \ldots \quad 11)$$

Da nun die Umfangsgeschwindigkeit einer Welle eine Funktion des Durchmessers und der Tourenzahl ist, so ist es unter Umständen zweckmässig, die Werte noch in die Rechnung einzuführen, und man erhält dann für die Berechnung der Reibung folgende Gleichung:

$$R_m = 0{,}00006\, r \,.\, n^{3/2} \,.\, l \,.\, d^{5/2} \quad \ldots \quad 12)$$

Aus dieser Gleichung ist zu ersehen, dass man zur Berechnung der Reibungsarbeit, welche in einem Lager verbraucht wird, nur die Dimensionen desselben zu kennen und den Lagerdruck nicht erst auszurechnen braucht, sofern man sicher ist, dass die oben angegebene Einschränkung eingehalten ist. Da nun im allgemeinen die spezifische Belastung *wesentlich* unter 30 kg/qcm sein wird, so ist es ausserordentlich zweckmässig, diese neue Berechnungsmethode für die Reibung anzuwenden, da man dann eine Berechnung der Verteilung des Druckes auf die einzelnen Lager nicht erst nötig hat.

B. *Für beliebige Lagertemperatur.*

Bezeichnen wir mit

T_z die Temperaturzunahme,
T_a die Temperatur der Umgebung,
T die Temperatur des Lagers,

so wird

$$T = T_a + T_z \quad \ldots \ldots \quad 13)$$

sein.

Des weiteren wird die Temperaturzunahme von der Anzahl der pro Einheit der reibenden Fläche vernichteten mkg/Sek. abhängen.

Wenn also

σ die Reibungsarbeit in mkg/Sek. pro 1 qcm reibende Fläche,
o die reibende Fläche in Quadratcentimeter und
q eine Konstante

ist, dann gilt

$$\sigma = \frac{R_m}{O} = \frac{R_m}{\pi \,.\, d \,.\, l} \quad \ldots \ldots \quad 14)$$

$$T_z = q \,.\, \sigma \quad \ldots \ldots \quad 15)$$

Nach dem dritten Reibungsgesetz ergibt sich, dass das Produkt $r \,.\, T$ konstant ist. Bezeichnet man dasselbe mit s, so gilt

$$r = \frac{s}{T} \quad \ldots \ldots \quad 16)$$

Damit ergibt sich aus der Gleichung 12) bezw. 11)

$$R_m = 0{,}00006\, \frac{s}{T} \,.\, n^{1,5} \,.\, l \,.\, d^{2,5} \quad \ldots \quad 17)$$

$$R_m = 5\, \frac{s}{T}\, d \,.\, l \sqrt{w^3} \quad \ldots \quad 17a)$$

Aus Gleichung 13), 14) und 15) ergibt sich

$$T = T_a + q\, \frac{R_m}{\pi \,.\, d \,.\, l} \quad \ldots \ldots \quad 18)$$

und unter Berücksichtigung von Gleichung 17a) erhält man

$$R_m = \frac{-T_a + \sqrt{T_a^2 + 6{,}366 \,.\, q \,.\, s \sqrt{w^3}}}{0{,}637 \,.\, q} \,.\, d \,.\, l. \quad 19)$$

Diese Formel vereinfacht sich ausserordentlich, wenn man die konstanten Werte einsetzt. Dieselben sind natürlich von der Konstruktion und dem verwandten Material abhängig und müssen jeweilig ermittelt werden. Verfasser hat an einer Reihe von Maschinen, die von der Firma *Gebr. Körting* gebaut waren (mit Ringschmierung), die Konstanten bestimmt und folgende Werte gefunden:

$$q = 245\,[4]$$
$$s = 0{,}53$$

[4]) Der Wert von q ändert sich bei gleicher Konstruktion etwas mit der Grösse des Lagers. Die Aenderung ist aber nicht sehr erheblich und kann auch vorausberechnet werden. Es liegen jedoch zur Zeit noch nicht genug Resultate vor, um sichere Angaben darüber machen zu können. Oben angegebener Wert stellt einen guten Mittelwert dar.

Die Konstruktion der Lager, an denen vorstehende Werte bestimmt sind, ist aus Fig. 9 ersichtlich. Die äussere Temperatur muss man für Räume, in denen Maschinen in Betrieb sind, im allgemeinen etwas höher annehmen, als die sonst übliche mittlere Zimmertemperatur, die gewöhnlich zu 15° angenommen wird. Es möge hier

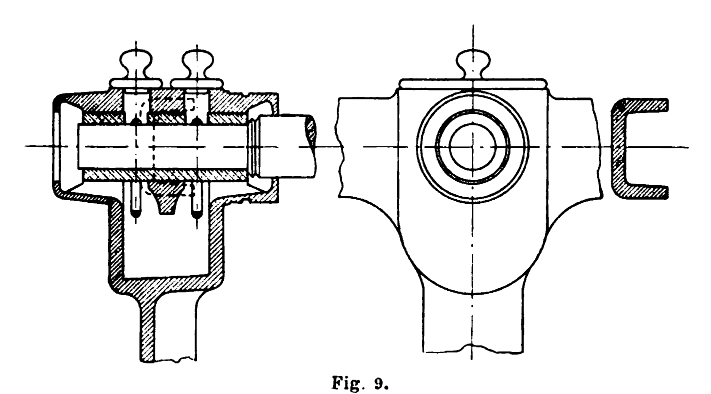


Fig. 9.

im Mittel für Maschinenräume $T_a = 20°$ gesetzt werden. Damit erhält man

$$R_m = \frac{\sqrt{4 + 8{,}3\sqrt{w^3}} - 2}{15{,}6} . d . l . \quad . \quad . \quad 20)$$

Mit dieser Formel sowohl wie mit 11) bezw. 12) ist man nun in der Lage, in einfachster Weise den Reibungsverlust zu berechnen. Wie man ersieht, fehlt in beiden Fällen der Lagerdruck in den Formeln, und es *ergibt sich der Reibungsverlust lediglich aus den Dimensionen des Lagers.*

Aus den Formeln 14), 15) und 19) ergibt sich

$$T_z = \frac{- T_a + \sqrt{T_a^2 + 6{,}366\, q . s\sqrt{w^3}}}{2} \quad . \quad 21)$$

Diese Formel ist für die Konstruktion von Lagern von grösster Wichtigkeit. Man ersieht aus derselben, dass die *Temperaturzunahme eines Lagers ausser von den verwendeten Materialien und der Oelsorte lediglich von der Umfangsgeschwindigkeit der Welle abhängt und dass also die Lagerlänge keinerlei Einfluss auf dieselbe hat.* Da nun bei der Konstruktion von Lagern eine gewisse Temperaturzunahme nicht überschritten werden soll, so ergibt sich aus Vorstehendem, dass dies nur dann möglich ist, wenn die Umfangsgeschwindigkeit der Welle einen gewissen Wert nicht übersteigt. Für die vorhin erwähnten Lager *Körting*scher Dynamos, für die die Konstanten q und s bestimmt sind, ergibt sich, wenn man $T_a = 20°$ setzt, dass bei

$$T_z < 30°$$
$$w < 3{,}73 \text{ m/Sek.}$$

und dass bei

$$T_z < 20°$$
$$w < 2{,}46 \text{ m/Sek.}$$

sein muss.

Es sei jedoch noch besonders hervorgehoben, dass diese Zahlen eben nur für die Lager gelten, an denen die obigen Konstanten ermittelt sind. Die Konstruktion übt einen grossen Einfluss auf die Grösse des Wertes q aus. Selbst wenn man aber auch diesen Wert nicht besonders ermitteln will, kann man den zulässigen Maximalwert der Umfangsgeschwindigkeit der Welle dadurch leicht finden, dass man bei verschiedenen Geschwindigkeiten die Temperaturzunahme misst.

Ermittelung des reduzierten Reibungskoeffizienten an ausgeführten Maschinen.

In gleichem Masse wie durch die oben erwähnten Formeln die Berechnung der Reibung sich vereinfacht, wird auch die Ermittelung des Reibungskoeffizienten an ausgeführten Maschinen erleichtert. Es konnten infolgedessen eine Zahl von Reibungsmessungen, die schon früher an elektrischen Maschinen der Firma *Gebr. Körting* mit Hilfe von Leerlaufsmessungen vorgenommen worden waren, zur Bestimmung des „reduzierten Reibungskoeffizienten" herangezogen werden. Da diese Messungen seiner Zeit zu anderen Zwecken ausgeführt wurden, war leider die jeweilige Lagertemperatur nicht ermittelt worden. Mit einigen neueren Versuchen, bei denen die Temperatur der Lager bestimmt wurde, zusammengenommen, konnte jedoch ein ganz schätzenswertes Material geschaffen werden. Es wurden nämlich bei denjenigen Versuchen, bei welchen die Lagertemperatur *nicht* ermittelt worden war, die Formeln für konstante Temperatur zur Berechnung des Wertes μ' angewendet. Des weiteren wurde die wahrscheinliche Temperaturzunahme berechnet. Es zeigte sich dann, dass die berechneten Koeffizienten sich umgekehrt verhielten, wie die ausgerechneten Werte der wahrscheinlichen Lagertemperatur. Es wurde nun an etwa 40 Maschinen die mit Umfangsgeschwindigkeiten der Welle von 1 bis 3 m/Sek. arbeiteten, der Wert von μ' bestimmt und so Mittelwerte für r und s gewonnen.

Diese Werte kann man danach zweckmässig wie folgt annehmen:

$$r = 0{,}014$$

und

$$s = 0{,}53.$$

Bei den untersuchten Maschinen bestanden die Wellen aus Stahl und die Lagerschalen aus Bronze. Die Konstruktion der Lager ist die gleiche, wie in Fig. 9 angegeben. Verwendet wurde stets gutes Oel, wie solches allgemein für den Betrieb von Dynamomaschinen verwendet wird.

In diesen so ermittelten Reibungsverlusten sind allerdings die Verluste der betreffenden Maschinen an Luftreibung mit eingeschlossen. Wie eine besondere Untersuchung darüber ergab, betragen die Luftreibungsverluste jedoch immer weniger als etwa 8 % der gesamten Reibung. Da man aber die *Berechnung der Reibung schon mit Rücksicht auf die Verschiedenheit des Materials, den Einfluss der Bearbeitung und der Montage nie mit absoluter Genauigkeit wird durchführen können,* so wird man auch eine besondere Korrektion an vorstehenden Werten unterlassen können und den auf Luftreibung entfallenden Teil als *„Sicherheit"* betrachten.

Beispiele der Anwendung vorstehender Formeln.

Zur Entwickelung der Gleichungen, welche die Berechnung des Reibungsverlustes in einfachster Weise gestatten, ist eine erhebliche Menge von Formeln notwendig gewesen, so dass die vorliegende Berechnungsmethode bei nur oberflächlicher Durchsicht für zu kompliziert gehalten werden möchte. Es soll daher ein Beispiel durchgeführt werden, aus welchem die grosse Einfachheit hervorgeht.

Es sei die Aufgabe gestellt, den Reibungsverlust einer Dynamomaschine von 33000 Watt Leistung bei 650 Touren zu berechnen. Die Lager derselben mögen folgende Dimensionen haben:

Kollektorlager: $d_1 = 60$ mm, $l_1 = 210$ mm
Riemenscheibenlager: $d_2 = 75$ mm, $l_2 = 260$ mm.

Es ist also die Umfangsgeschwindigkeit der Welle im Kollektorlager

$$w_1 = 2{,}04 \text{ m/Sek.}$$

und im Riemenscheibenlager

$$w_2 = 2{,}55 \text{ m/Sek.}$$

Ohne Berücksichtigung der Temperatur erhält man unter Annahme der obigen Konstanten die Reibung in Watt:

$$R_1 = 9{,}81 . 5 . r . d_1 . l_1 . \sqrt{w_1^3} = 254 \text{ Watt,}$$
$$R_2 = 9{,}81 . 5 . r . d_2 . l_2 . \sqrt{w_2^3} = 551 \text{ „}$$
$$\text{Summa } 805 \text{ „}$$

Nach den *genauen* Formeln ergibt sich:

$$R_1 = 9{,}81 \frac{\sqrt{4 + 8{,}3\sqrt{w_1^3}} - 2}{15{,}6} d_1 l_1 = 260 \text{ Watt}$$

$$R_2 = 9{,}81 \frac{\sqrt{4 + 8{,}3\sqrt{w_2^3}} - 2}{15{,}6} d_2 l_2 = 506 \text{ „}$$
$$\text{Summa } 766 \text{ „}$$

Gemessen wurde thatsächlich an einer solchen Maschine ein Verlust von 740 Watt. Man ersieht also, dass die Uebereinstimmung eine sehr gute ist.

Um noch zu zeigen, wie gute Resultate man mit der *Berechnung der Lagertemperatur* erhalten kann, möge noch

eine Nachrechnung derselben an demjenigen Lager durchgeführt werden, dessen Temperaturzunahme in Fig. 7 genau gegeben ist. Die Dimensionen des Lagers sind:

Durchmesser . . 40 mm
Länge . . . . 145 mm.

Während des Versuches war die Tourenzahl etwa 800 pro Minute und betrug die äussere Temperatur etwa 17,5°. Danach ergibt sich nach Formel 21) eine Temperaturzunahme von 14,2°, während thatsächlich eine solche von 15,6° konstatiert worden ist.

Die vorstehend gegebene Berechnungsmethode wird vom Verfasser seit etwa ¾ Jahren bei allen vorkommenden Konstruktionen angewendet und hat sich stets eine grosse Uebereinstimmung mit den wirklich gemessenen Werten ergeben. Bei der grossen Zahl von auf das Resultat einwirkenden Faktoren, die leider nie einer genauen Rechnung werden unterworfen werden können, lässt sich eben, wie oben schon hervorgehoben, eine *genaue* Uebereinstimmung nie erzielen.

Kurze Zusammenstellung der wichtigsten Resultate.

Ausser den schon oben formulierten drei Reibungsgesetzen ergibt sich aus vorstehender Arbeit:

1. Der Reibungsverlust von Lagern kann direkt aus den Dimensionen derselben ausgerechnet werden und ist insbesondere der Lagerlänge direkt proportional.

2. Bei der Berechnung der Reibung ist es nicht notwendig den resultierenden Lagerdruck auszurechnen, solange man sicher ist, dass der spezifische Druck kleiner als 30 bis 44 kg/qcm (je nach der Oelsorte) ist.

3. Lager für Zapfen annähernd gleichmässiger Drehung, die nicht besonders starken Stössen ausgesetzt sind, haben keine zusätzliche Reibung.

4. Die Temperaturzunahme eines Lagers hängt ausser von den verwendeten Materialien und der Oelsorte lediglich von der Umfangsgeschwindigkeit der Welle ab und ist insbesondere von der Lagerlänge unabhängig.

Die gebräuchlichen Automobilsysteme.

Von Professor **H. Bachner** in Stuttgart.

(Fortsetzung des Berichtes S. 80 d. Bd.)

Die auf eine der vorbeschriebenen Arten erzeugten Stromstösse sollen nun im Inneren des Cylinders zündende Funken erzeugen, welche nur dann entstehen, wenn der Stromkreis an der betreffenden Stelle eine Unterbrechung, die sogen. Funkenstrecke besitzt. Bezüglich der Art dieser Unterbrechung ist es nun durchaus nicht gleichgültig, ob die Stromstösse niedrig gespannt oder auf relativ hohe Spannung transformiert sind; gleichzeitig ist zu beachten, dass für eine zuverlässige Zündung im ersten Fall auch eine wesentlich höhere Stromstärke erfordert wird wie im zweiten.

Der niedrig gespannte Strom ist nicht fähig, einen vorhandenen Zwischenraum, auch wenn er sehr klein ist, zu überspringen; abgesehen davon würde eine Funkenstrecke von zu geringer Länge auch die Gefahr der Ueberbrückung durch Russ oder niedergeschlagene Feuchtigkeit (insbesondere beim Anlassen) und damit eines Aussetzens der Funkenbildung mit sich bringen.

Trotzdem lassen sich auch mit niedrig gespanntem Strom brauchbare Zündfunken erzeugen, wenn man die oben erläuterte Erscheinung beachtet, dass bei Unterbrechung eines Stromkreises ein kräftiger Oeffnungsfunken entsteht. Hiervon ist beispielsweise bei dem Deutzer Benzinmotor Gebrauch gemacht, was allerdings aus Fig. 39 S. 82 d. Bd. nicht deutlich zu erkennen ist. Deshalb sei hier auf die Anordnung von *Bosch* (Fig. 43) hingewiesen, welcher genau das gleiche Prinzip zu Grunde liegt. Der Zünder besteht aus einem durch eine Porzellanhülse isolierten und durch Klemme k mit dem Stromerzeuger verbundenen Stift, welcher fest in die Wandung des Cylinderkopfes eingesetzt ist. Parallel zu diesem Zündbolzen wird die Wand von einer Bohrung durchsetzt, in welcher die Welle G eines kleinen Armes G_1 drehbar so gelagert ist, dass sie trotz leichter Beweglichkeit einen dichten Abschluss sichert; es setzt sich nämlich ein kegelförmiger Ansatz unmittelbar hinter dem Hebel ventilartig in den entsprechend ausgefrästen inneren Rand der Bohrung ein.

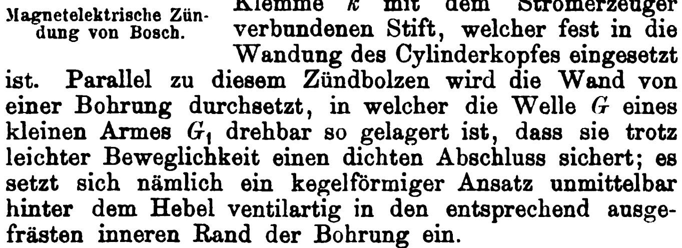


Fig. 43. Magnetelektrische Zündung von Bosch.

Dieser Zündarm legt sich gegen das vorstehende innere Ende des Bolzens mit metallischem Kontakt an und gestattet, da er bezw. die Maschine selbst mit dem anderen Pol des Stromerzeugers in Verbindung steht, in dieser Lage einem Stromstoss ungehinderten Durchgang. Nun wird aber unmittelbar nach dessen Entstehung durch eine besondere Steuerung der Zündarm rasch abgerissen, hierdurch der Stromkreis unterbrochen und ein energischer Oeffnungsfunken hervorgerufen.

Einfacher ist die Konstruktion der Zünder mit konstanter Funkenstrecke, wie sie bei hochgespannten Stromstössen zur Verwendung gelangen dürfen. In Fig. 44 ist der ältere Zünder des Motordreirades von *De Dion et Bouton*[1]) dargestellt, nach Form und Zweck französisch „bougie", verdeutscht „Zündkerze" genannt. Der Zünder besteht im wesentlichen aus einer Metallhülse c, welche mittels des unten sichtbaren Gewindes in den Cylinderkopf eingeschraubt wird und eine Platinspitze n trägt, und einem durchbohrten, den Zuführungsdraht der Gegenspitze m isolierend umschliessenden Porzellanbolzen $b\,b$, welcher in c durch die Hohlmutter d stopfbüchsenartig festgeklemmt wird. Der Strom wird bei a zugeführt, überspringt zwischen m und n die Funkenstrecke und geht aus der Hülse c durch die metallischen Teile der Maschine zur anderen Klemme des Transformators zurück.

Fig. 44. Aelterer Zünder des Motordreirades von De Dion et Bouton.

Einen schwachen Punkt dieser Konstruktion bilden die beiden relativ dünnen Spitzen, insbesondere m am Ende des langen, durch die Temperatureinflüsse Längenänderungen ausgesetzten Zuführungsdrahtes, wodurch die Funkenstrecke leicht Störungen erleiden kann. Einen Fortschritt bedeutet hierin offenbar der sonst das gleiche Prinzip verkörpernde[1]) Reclus-Zünder (Fig. 45), bei dem an die Stelle der schwachen Gegenspitze der solide Zündkegel A getreten ist. B und D sind wieder Porzellanteile, C eine cementartige, gleichfalls isolierende Masse. Zündspitze E und Zündkegel A bestehen aus Reinnickel.

Wie sehr übrigens eine sichere Zündung von der Intensität der Funkenbildung abhängig ist, zeigt der Umstand, dass bei Benutzung von schwerer flüchtigen Kohlenwasserstoffen die gewöhnliche elektrische Zündung versagt. Will man das Glührohr durchaus vermeiden, so muss man durch eine geeignete Stromquelle die Zündenergie und durch eigenartige Gestaltung des Zünders die Anzahl gleichzeitig überspringender Funken vermehren. Der Zünder[2])

---

[1]) *Baudry de Saunier*, Das Automobil u. s. w.

[2]) *Lieckfeld*, Die Petroleum- und Benzinmotoren u. s. w.

Fig. 46, für Petroleummotoren bestimmt, besitzt dementsprechend am Ende des isolierten Zündstiftes *c* ein sternartig gezahntes Scheibchen *d*, während die Hülse in einem nach innen rundum vorspringenden gleichfalls gezahnten Rand *e* endigt, wodurch eine ganze Reihe von Funkenstrecken gebildet werden.

Es wurde oben bereits erläutert, dass die elektrischen Zündungsarten im Gegensatz zur Glührohrzündung durch eine besondere Steuerung bedient werden müssen, welche derart zu funktionieren hat, dass die Funkenbildung erst in einem ganz bestimmten Augenblick, in der Regel dem günstigsten Zündmoment, erfolgt bezw. beginnt, gleichbedeutend mit der Bedingung, die Verbrennung des Gemisches in einem hauptsächlich von der Kolbengeschwindigkeit abhängigen derartigen Zeitpunkt einzuleiten, dass der Explosionsstoss unmittelbar nach dem Passieren der Totlage eintritt.

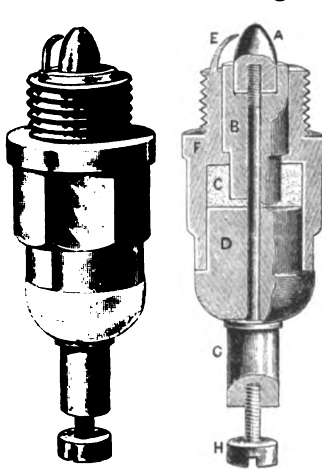
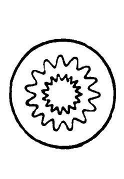


Fig. 45.
Reclus-Zünder.

Diese Zündsteuerung fällt bei den Zündungsarten mit niedrig gespanntem Strom verhältnismässig kompliziert aus und zwar aus dem Grund, weil, wie wir sahen, der Zünder selbst einen zu steuernden Teil besitzt. Bei dem Benzinmotor der *Gasmotorenfabrik Deutz* (Fig. 39 S. 82 d. Bd.) ist der Steuerungsvorgang der folgende: Die oben bei Fig. 43 erwähnte, den Cylinderkopf durchsetzende kleine Welle trägt bei *r* einen Hebel, welcher durch eine Zugstange mit dem Ankerhebel *a* des Magnetinduktors verbunden ist. Der Zündarm *o* im Inneren legt sich dabei von rechts nach links gegen den Zündstift. Die Verbindung zwischen *r* und *a* ist nicht starr, sondern wird durch eine Feder *d* vermittelt, welche (in der Figur nicht deutlich dargestellt) *r* gegen ihren Befestigungspunkt heranzieht und so die Zündkontakte gegeneinander drückt. Beim Andrehen des Ankers durch den Zündnocken *c* geht die Zugstange mit, indem sie mittels ihres Gabelendes über den Endzapfen von *r* fortgleitet, Feder *d* aber stets etwas gespannt hält. Im Moment, wo der Anker zurückzuschnellen beginnt, ist *r* immer noch in Ruhe, wird aber dann unmittelbar nach Entstehung des Stromstosses von der zurückgeschleuderten Stange nach links zur Seite gestossen, wodurch der Kontakt im Inneren unterbrochen wird.

In ähnlicher Weise funktioniert die Steuerung, wie sie für die magnetelektrische Zündung von *Bosch*[3]) vorgesehen ist. Auch hier sind die Steuerungen für Strom-



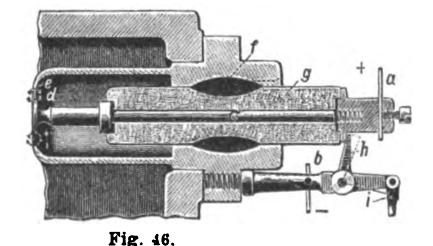


Fig. 46.
Zünder für Petroleummotoren.

erzeugung und Zündung zu einander in Beziehung gesetzt, so zwar, dass unmittelbar nach Erzeugung des Stromstosses der Kontakt in der Explosionskammer unterbrochen wird.

Wesentlich einfacher gestaltet sich die Regelung der Zündung für die Zünder mit konstanter Funkenstrecke; hier handelt es sich, da der Funken nach Schluss des Stromkreises von selbst entsteht, lediglich darum, im geeigneten Moment Stromschluss herzustellen.

Als Beispiele seien die Zündsteuerungen von *De Dion et Bouton*[4]) und *Cudell und Co.*, von *Benz*[4]) und von *G. Richard*[4]) erwähnt. Die Erstgenannten haben in einfachster Weise die Zündsteuerung mit ihrem mechanischen Unterbrecher kombiniert (Fig. 41 S. 83 d. Bd.). Dieselbe setzt sich aus der eingeschnittenen Scheibe *a* und der Nase *b* der Unterbrecherfeder zusammen, und es ist ohne weiteres verständlich, dass sie bei jeder Umdrehung der Steuerwelle, d. h. auf je vier Hübe des Kolbens nur einmal in Thätigkeit tritt.

Die *Benz*'sche Zündung besitzt, wie gleichfalls bereits erwähnt, elektromagnetische Unterbrechung; die zugehörige Zündsteuerung geht aus Fig. 47 hervor. Auf der Steuer-

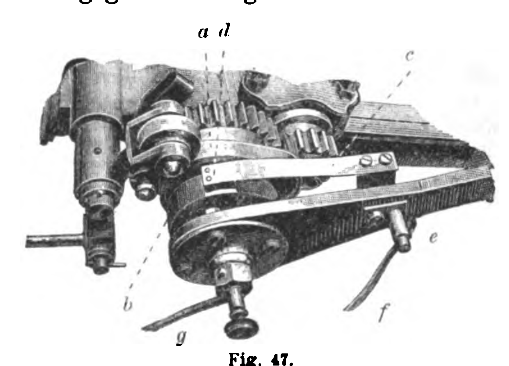


Fig. 47.
Benz'sche Zündsteuerung.

welle des Motors, die mittels der unrunden Scheibe *a* gleichzeitig auch auf das Auslassventil einwirkt, ist eine zweite aussen vollkommen cylindrische Scheibe *b* aufgekeilt, die zum grössten Teile aus isolierendem Material (Fiber) besteht, an einer Stelle, in der Figur gerade unter *d*, indes eine bis an die Welle reichende metallische Einlage besitzt, welche auch am Umfang zu Tage tritt. Gegen die Scheibe *b* legt sich ein am Ende der Feder *c* befestigter metallischer Kontaktwulst *d* an, während das andere Ende der Feder an einem um die Steuerwelle als Achse drehbaren, gewöhnlich indessen feststehenden Hebel *e* aus isolierendem Material befestigt ist. Die Stromzu- und -ableitung erfolgt bei *g* und *f*. Sobald also das Kontaktstück den Vorsprung *d* berührt, ist der Stromkreis geschlossen, der Zünder gibt Funken, während der ganzen übrigen Zeit hingegen können Funken nicht entstehen.

Eine nicht gerade wesentliche Abänderung der *Benz*schen Zündsteuerung hat *G. Richard* in Paris vorgenommen mit der seltsamen Motivierung einer „besseren mechanischen Reinigung"[5]) der Kontaktstelle. Die Konstruktion ist in Fig. 48 zur Darstellung gebracht und lässt erkennen, dass während der Zündung die Feder *M* durch den Vorsprung C_1 der Steuerscheibe *C* angehoben und dadurch mit ihrem Platinkontakt gegen die Stellschraube *R* angedrückt wird. Dass dabei ein geringes Scheuern der beiden Kontaktflächen aufeinander eintreten kann, ist ja sehr wohl möglich; dass aber dadurch ein besserer Kontakt entsteht als in Fig. 41, muss bezweifelt werden. Ein Vorteil der Anordnung besteht dagegen insofern, als der Strom nicht wie bei *Benz* genötigt ist, die Oelschicht in den Lagern der Steuerwelle zu passieren.

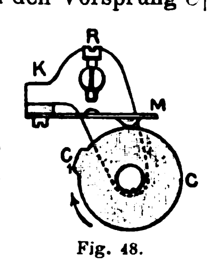


Fig. 48.
Zündsteuerung von Richard.

Man wirft den Zündungsarten mit auf höhere Spannung transformierten Stromstössen vor, dass gerade in der hohen Spannung eine Ursache von Störungen, nämlich infolge leichteren Auftretens von Isolationsfehlern, zu suchen sei; dies kann aber bei der vorzüglichen Qualität des heute verwendeten Leitungsmaterials und der geringen in Frage kommenden Leitungslänge nicht ernsthaft in Betracht kommen, so lange der Fahrer die nötige Sorgfalt auf sein Fahrzeug verwendet. Dagegen ist zu bedenken, dass der grösseren Komplikation der Steuerung beim Betrieb mit niedriger Spannung gegenüber zu stellen ist die Vermehrung an Organen durch das Hinzufügen des Transformators und

[3]) Vgl. *D. p. J.* 1899 **314** * 109.

[4]) *Baudry de Saunier*, Das Automobil u. s. w., Bd. 1 S. 157, 381, 384, 412.

[5]) Desgl. S. 412.



die verhältnismässig unsicheren Kontakte des Unterbrechers bei hoher Spannung. Bei sehr hohen Tourenzahlen, insbesondere für kleinste Fahrradmotoren, ist die letztgenannte Zündungsart unbedingt vorzuziehen, weil ihre Zündsteuerung gestattet, die Grösse der schwingenden Massen fast auf Null zurückzuführen.

Der Glührohrzündung gegenüber erscheinen sämtliche elektrische Zündungsarten nach dem Bisherigen entschieden im Nachteil, denn jene besitzt überhaupt keine bewegten Teile, und weist eine derartig einfache, solide Konstruktion auf, dass man ihre Wartung selbst ungeschulten Personen anvertrauen kann.

Doch können wir an der Hand vorstehender Erläuterungen schon jetzt einen prinzipiellen Nachteil feststellen, welcher der Glührohrzündung anhaftet: die mit ihr unzertrennbar verbundene Energieverschwendung. Die Brennerflamme muss in Thätigkeit sein, so lange der Wagen bezw. Motor in Bewegung ist, auch wenn etwa beim Bergabfahren überhaupt keine Zündung gebraucht wird, während thatsächlich eine sehr geringe Energiemenge während eines Momentes genügen würde, die Explosion einzuleiten.

Die elektrischen Zündungsarten besitzen diesen Nachteil nicht, bezw. können ihn stets vermeiden, da ja infolge der Einwirkung der Steuerung auf den primären Stromkreis die Stromquelle nur während der eigentlichen Zündungszeit benutzt wird. Eine Ausnahme macht höchstens die Anordnung Fig. 42 S. 83 d. Bd., wobei der primäre Strom bei jeder Umdrehung des Ankers, allerdings aber nur sehr kurze Zeit, geschlossen wird, und Fig. 46, welche eine Steuerung des sekundären Stromkreises voraussetzt, die die Funkenbüschel zwischen *c* und *d* durch rechtzeitige Oeffnung des gewöhnlich angelegten Nebenschlusses bei *h* zur Entstehung bringt und eine längere Dauer des Primärstromes bedingt.

Diesen Erwägungen kommt aber nur so lange eine nebensächliche Bedeutung zu, als man noch so verschwenderisch wie bisher mit dem Benzin umgeht bezw. umgehen muss, insbesondere schwerflüchtige Benzinreste fortzuschütten und dauernd mit schlechtem Wirkungsgrad zu fahren gezwungen ist.

Ebensolange wird auch eine gewisse Ueberlegenheit der elektrischen Zündungsarten gegenüber der Glührohrzündung anerkannt werden müssen, ihre Fähigkeit, durch Verschlechtern der Motorleistung einen regulierenden Einfluss auszuüben.

V. *Reguliervorrichtungen.*

Es liegt in dem Wesen eines für normale Verkehrszwecke bestimmten Fahrzeugs begründet, dass der Fahrer im stande sein sollte, in verschiedenen Fällen verschiedene Geschwindigkeiten zu benutzen, und es erscheint zum wenigsten höchst wünschenswert, dass zwischen Stillstand und einem durch die Konstruktion gegebenen bezw. durch Verkehrsrücksichten gestatteten Maximum noch eine Reihe von geringeren und grösseren Geschwindigkeiten, nach dem Willen des Lenkers regulierbar, vorhanden sind.

Während sich nun beim Dampfmotor z. B. in einer Veränderung der Füllung ein einfaches Mittel bietet, die Leistung und bei unverändertem Widerstand auch die Geschwindigkeit in weiten Grenzen nach oben und unten zu regulieren, ist es in der Eigenart des Benzinmotors begründet, dass sich die Aenderung der Fahrgeschwindigkeit nur auf Umwegen erreichen lässt und stets von oft erheblichen Energieverlusten begleitet ist.

Bereits früher ist erwähnt worden, dass ein Gemisch von durchschnittlich 90 Volumprozent Luft mit 10% Benzindampf sich am besten für den Betrieb des Motors eignet. Dies gilt sowohl mit Rücksicht auf die damit zu erzielende Arbeitsmenge, als auch, und zwar in erster Linie, im Hinblick auf die gute Zündbarkeit des Gemenges; relativ geringe Aenderung des Mischungsverhältnisses kann bereits Störungen in der Regelmässigkeit der Zündungen verursachen. Aus dieser Erwägung folgt, und die Erfahrungen der Konstrukteure[6]) bezw. die von ihnen schliesslich durchgeführten Arten der Regulierung weisen deutlich darauf hin, dass an eine Beeinflussung der Motorleistung durch Aenderung des Mischungsverhältnisses von Luft und Benzindämpfen nicht zu denken ist.

Eine Regulierung des Gemisches ist allerdings trotzdem erforderlich und kann von grossem Einfluss auf den richtigen Gang des Motors sein, wie aus der folgenden Betrachtung erhellt. Bei kühler Temperatur verdampft einerseits das Benzin weniger lebhaft, andererseits ist die Gewichtsmenge des angesaugten Luftvolumens grösser geworden, beide Einflüsse wirken auf eine Verringerung der prozentualen Benzinmenge hin. Bei Verdampfern, welche im Betrieb durch die Abgase geheizt werden, wird beim Anlassen dieselbe Erscheinung auftreten, desgleichen trotz Heizung bei allen Verdunstungskarburatoren nach einer gewissen Dauer des normalen Betriebes, wenn die schwerer flüchtigen Bestandteile das Uebergewicht erhalten.

Diese Regulierung *auf günstigstes Mischungsverhältnis* erfolgt nun in der Regel durch Verkleinern oder Vergrössern der Lufteintrittsöffnung mittels der bereits früher zu Ende des III. Kapitels im Anschluss an die Verdampfer beschriebenen Organe, wodurch sowohl die Menge als auch die Geschwindigkeit der in den Karburator gesaugten Luft verändert werden kann. Insbesondere wirkt eine Drosselung der für die nachträgliche Frischluftbeimischung bestimmten Oeffnungen dahin, dass nunmehr eine grössere Luftmenge den Verdampfer passiert und sich mit Benzindämpfen sättigt, während gleichzeitig die Frischluftzufuhr vermindert ist; das Resultat ist demnach eine Vermehrung des Brennstoffgehaltes in der Mischung. Diese Regulierung kann nur von Hand erfolgen und erfordert die ständige Aufmerksamkeit des Fahrenden.

Bevor wir nunmehr auf die eigentliche Geschwindigkeitsregulierung eingehen, sei noch eine Eigentümlichkeit des normalen Benzinmotors für Automobilzwecke erläutert, welche mit jener Regulierung in gewissem Zusammenhang steht: er bedarf in den meisten Fällen eines Regulators (im engeren Sinne des Wortes), den man sonst an Fahrzeugmotoren, z. B. bei Lokomotiven und Dampfschiffen, nicht findet. Diese mit Rücksicht auf die Vermehrung der Anzahl bewegter Teile jedenfalls nicht wünschenswerte Zugabe verdankt der Viertaktbenzinmotor in letzter Linie seinem eigentümlichen Arbeitsprozess, der voraussetzt, dass einem Arbeitshub bereits ein Saug- und Kompressionshub vorausgegangen sei, da doch erst fertiges Gemisch im Cylinder vorhanden sein muss, bevor eine Explosion erfolgen kann. Der Motor kann also überhaupt nicht von selbst anlaufen, geschweige denn, dass er es unter Belastung thun könnte.

Es gibt nur ein Mittel, das Automobil doch in Betrieb zu bringen, indem man nämlich den Motor zunächst von aussen her in Bewegung versetzt. Bei ganz leichten Fahrzeugen, den Motorzwei- und -dreirädern, ist die Einleitung der Bewegung mit Hilfe gewöhnlicher Pedale ermöglicht. Der stets mit den Triebrädern gekuppelte Motor nimmt an der Bewegung teil und kann anlaufen; er erhält in diesem Fall keinen Regulator.

Für grössere Fahrzeuge verbietet sich dieses Verfahren aber von selbst, besonders wenn man an Geschäfts-, Post- und Lastwagen denkt, welche sehr häufig anhalten und oft schwer bepackt wieder anfahren müssen. Hier bleibt nur das Mittel, den Motor vor dem Anfahren von der Verbindung mit den Triebrädern zu lösen, ihn von Hand anzudrehen und, wenn er seine normale Geschwindigkeit erreicht hat, an das Triebwerk des Wagens wieder anzukuppeln, ganz wie bei den stationären Explosionsmotoren. Diese zeitweise Lostrennung ist es, welche, damit ein „Durchgehen" des Motors vermieden bleibe, den Regulator bedingt; er hat zu bewirken, dass die normale Umdrehungszahl der Kurbelwelle nicht wesentlich überschritten werde.

Diese *Sicherung gegen unzulässige Geschwindigkeit* erfolgt in allen Fällen durch sogen. Aussetzer, d. h. der durch zu hohe Geschwindigkeit aus seiner normalen Lage bewegte Regulator verhindert das Zustandekommen einer neuen Gemischfüllung so lange, bis wieder normale Tourenzahl erreicht ist.

Da der Regulator auch zur Wirkung gelangt, sobald während der Fahrt die normale Umdrehungszahl der Motor-

[6]) Wertvolle Angaben über diesen Gegenstand verdankt der Verfasser den von den Firmen *Benz und Co.* in Mannheim, *Cudell und Co.* in Aachen und *Motorfahrzeug- und Motorenfabrik Berlin* in Marienfelde ihm bereitwillig überlassenen Anleitungen zum Betrieb der betreffenden Fahrzeuge.

welle überschritten wird, was unter Umständen während längerer Dauer der Fall sein kann, so ist es nicht gleichgültig, wie dabei die Regulierung auf den Arbeitsvorgang einwirkt.

In den meisten Fällen unterbricht der Regulator die Steuerung des Auslassventils, dieses bleibt geschlossen, verhindert das Hinausschieben der Verbrennungsgase, welche nun abwechselnd komprimiert werden und wieder expandieren, jedenfalls aber das Saugventil geschlossen halten. Dabei ist der theoretische Energieverbrauch Null, der thatsächliche, durch Undichtheiten und Wärmestrahlung verursacht, immerhin nur klein, so dass diese Einwirkung des Regulators vom wirtschaftlichen Standpunkt aus als richtig betrachtet werden muss.

Unter den vielen hierher gehörenden Konstruktionen sei als Beispiel die Auslasssteuerung des Daimler-Motors der Firma *Motorfahrzeug- und Motorenfabrik Berlin* (Fig. 35 S. 51 d. Bd., vgl. auch Fig. 6 und 7 S. 18 d. Bd.) gewählt. Die Auslassventilstange ruht gewöhnlich auf der Schneide n und wird bei jeder Umdrehung der Steuerwelle einmal durch den Daumen k angehoben. Bei zu grosser Kolbengeschwindigkeit dreht der in der Figur nicht sichtbare Zentrifugalregulator den Hebel o und mit ihm auch die Schneide n nach links, letztere kann bei ihrer Bewegung die Ventilstange nicht mehr fassen und der Auspuff unterbleibt.

Eine zweite Art, durch Ausfall von Ladungen das Ueberschreiten der zulässigen Motorgeschwindigkeit zu verhindern, ist gegeben durch die bei vielen stationären Motoren gebräuchliche zeitweise Einstellung der Brennstoffzufuhr. Für Automobilzwecke ist diese Methode ausnahmsweise bei dem Karburator-Distributeur von *Gobron und Brillié* zur Anwendung gekommen, dessen Wirkungsweise bereits früher erläutert wurde (vgl. Fig. 34 S. 50 d. Bd.). Da hierbei auch eine andere Regulatorkonstruktion Anwendung gefunden hat, soll die gesamte Anordnung kurz beschrieben werden.

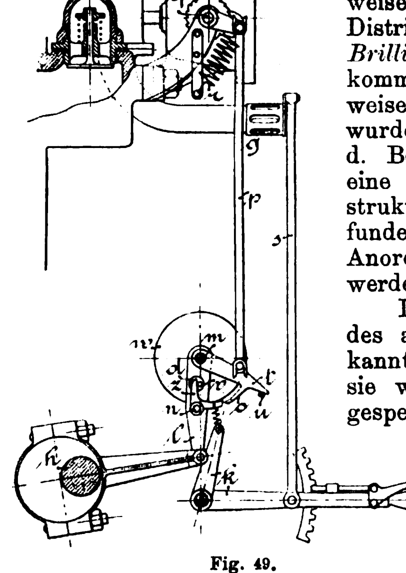



Fig. 49.
Reguliervorrichtung.

In Fig. 49 ist q die Welle des aus Fig. 34 bereits bekannten Verteilungshahnes a; sie wird durch ein Schaltgesperre jedesmal um $^1/_{16}$ Umdrehung gedreht, sobald die Stange p von der Motorwelle h aus einen Impuls erhält, der den Hebel t entgegen der Feder r von der festen Stütze o nach oben abhebt (die Steuerung ist hier von der Motorwelle selbst abgeleitet, weil durch die eine Speisevorrichtung zwei nebeneinander liegende Cylinder bedient werden). Die Hebel t und l sind bei m drehbar gelagert, um die gleiche Achse schwingt die relativ schwere Masse w. Zwischen der Bewegung von w und l besteht insofern ein gewisser Zusammenhang, als w mittels des durch die Oeffnung d tretenden Stiftes v bei der Bewegung nach links unter allen Umständen mitgenommen wird, nach rechts dagegen nur so lange, als der Federdruck auf den Winkelhebel z den Trägheitswiderstand der Masse w noch überwindet. Ueberwiegt hingegen infolge unzulässiger Steigerung der Geschwindigkeit der Massendruck, so wird der vertikale Arm des auf l selbst gelagerten Hebels z zurückgehalten, hierdurch der andere Arm aus dem Bereich der Schneide o fortgezogen und die Benzinförderung ausgesetzt. Die gleichzeitige zwangläufige Bewegung des Drosselschiebers g durch Stange s erscheint nach dem oben Gesagten bedenklich.

Diese Methode der Einwirkung des Regulators ist in wirtschaftlicher Hinsicht zu beanstanden, weil infolge des dabei nicht geänderten Spiels von Kolben und Ventilen kalte Luft durch den Cylinder gesaugt wird, welche bedeutende Wärmeverluste verursacht.

Die beiden bisher erläuterten Reguliermethoden stehen in dem ganz bestimmten Zusammenhang, dass bei voller Belastung nur dann die normale Umdrehungszahl erreicht wird, wenn der Luftregulierschieber auf das günstigste Mischungsverhältnis eingestellt ist; in diesem Fall kommt der Regulator nicht mehr zur Einwirkung, weil die Geschwindigkeit durch die Grösse des Widerstands von selbst an ihrer Grenzlage festgehalten wird. Es folgt aber ferner aus dieser Betrachtung, dass es ganz wie bei den stationären Explosionsmotoren unmöglich ist, die Leistung der Maschine noch weiter zu erhöhen; eine Vergrösserung der Geschwindigkeit und damit — bei einer gegebenen Steigung der Fahrbahn — der Leistung ist somit nur in dem Fall möglich, dass man vorher den Motor noch nicht voll ausgenutzt hatte.

Wir wollen nunmehr im folgenden, von der grösstmöglichen Geschwindigkeit ausgehend, die Anordnungen besprechen, welche zur Verminderung der Fahrgeschwindigkeit benutzt werden können; die gleiche Einrichtung lässt sich ohne weiteres auch im umgekehrten Sinne verwenden, so lange, wie gesagt, die Motorleistung noch nicht voll ausgenutzt ist.

Die in Betracht kommenden Verhältnisse lassen sich am besten an Hand der Arbeitsgleichung übersehen:

$$P \cdot v = W \cdot w,$$

worin P die Kolbenkraft, W den Fahrwiderstand, v die Kolbengeschwindigkeit und w die Fahrgeschwindigkeit bezeichnen möge unter Vernachlässigung der Verluste. Ist das Maximum der Cylinderleistung $P \cdot v$ vorhanden, und wünscht man langsamer zu fahren, wobei das Produkt $W \cdot w$ kleiner werden muss, so ist das nur durch eine Verringerung der Leistung $P \cdot v$ zu erzielen, was in letzter Linie stets darauf hinausläuft, die mittlere Kolbenkraft P zu verringern.

Wir sahen oben, dass schon eine geringe Aenderung des Mischungsverhältnisses die Entzündbarkeit des Gemisches stark beeinflusst und die Explosion leicht in Frage stellen kann, dieses Mittel bleibt also für die Geschwindigkeitsregulierung ausgeschlossen; trotzdem lässt sich durch Einwirkung auf das Explosionsgemenge die Kolbenkraft in weiten Grenzen verändern. Wir haben bisher von dem Vorhandensein eines dritten Stoffes (ausser Luft und Benzindampf) im Cylinder kaum Notiz genommen, jetzt müssen wir seinen Einfluss auf den Arbeitsvorgang näher untersuchen.

Die am Ende des Auspuffhubes in der Explosionskammer verbliebenen Verbrennungsprodukte müssen sich während der Saug- und Kompressionsperiode notwendigerweise mit dem frischen Gemenge vermischen; fördernd können sie natürlich nicht auf den folgenden Verbrennungsvorgang einwirken, es besteht vielmehr ihr Einfluss darin, dass sie das Explosionsgemenge verdünnen und die Verbrennung etwas verzögern. Sorgt man nun dafür, dass das Verhältnis zwischen frischem Gemenge und Restgasen sich zu Gunsten der letzteren ändert, so wird die Verdünnung stärker, der Explosionsstoss schwächer ausfallen. Um dies nach Belieben eintreten lassen zu können, schaltet man vielfach in die Saugleitung eine Drosselvorrichtung ein, welche den Widerstand gegen das Ansaugen zu vermehren und dadurch die relative Menge des wirksamen Gemisches zu vermindern gestattet.

Diese Art der Regulierung wird beispielsweise von der Firma *Benz und Co.* benutzt; durch Einschaltung einer Drosselklappe vor das Saugventil kann, wie angegeben wird, die Fahrgeschwindigkeit um 50% verringert werden.

Dasselbe erzielen *Cudell und Co.* in Aachen an ihrem Motordreirad (System *de Dion et Bouton*) mittels des Ringschiebers R_1 (Fig. 1 S. 16 d. Bd.) und *Mors* mittels der Drosselklappe r (Fig. 28 S. 49 d. Bd.).

Dieselbe Wirkung sucht auf ganz entgegengesetzte Weise der Franzose *Malézieux* zu erreichen; er verdünnt das Explosionsgemenge nicht durch Verringerung der Zufuhr wirksamen Gemisches, sondern durch Vermehrung des Ueberschusses an Restgasen. Die hierzu benutzte Anordnung ist in Fig. 50 dargestellt. Die Explosionskammer

besteht aus zwei Teilen von verschiedenem Verhalten, der Ventilkammer G von gewöhnlicher Anordnung und dem Teil D, dessen Volumen mittels des Kolbens A innerhalb gewisser Grenzen beliebig geändert werden kann. Entspricht die Stellung $a\,b$ der normalen Leistung, so wird bei der Endstellung $c\,d$ infolge des erheblichen Ueberschusses an Restgasen die Leistung stark herabgedrückt sein. Hierzu kommt noch die Wirkung der infolge grösseren Endvolumens verringerten Kompression, was gleichfalls eine Herabminderung der Verbrennungsintensität zur Folge hat.

Eine eigenartige Leistungsregulierung lässt sich mit den elektrischen Zündungsarten, insbesondere denen mit konstanter Funkenstrecke, verbinden. Es wurde oben bereits erwähnt, dass eine verspätet eintretende Zündung eine Verzögerung und Schwächung des Explosionsstosses mit gleichzeitiger Verkürzung der Expansionsdauer zur Folge hat, wodurch die Leistung sehr stark herabgedrückt werden kann. Hiervon macht man bisweilen bei den Motorrädern Gebrauch (vgl. die Zündsteuerung Fig. 41 des *de Dion et Bouton*-Motors).

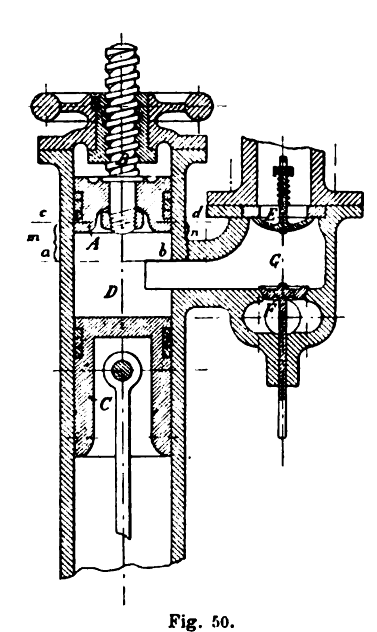


Fig. 50.
Reguliervorrichtung von Malézieux.

Durch Drehung eines Hebels kann die an ihm befestigte Unterbrecherfeder c in jede beliebige Lage zur Steuerscheibe a gebracht werden. Verschiebt man sie im Sinne der Drehung der Welle, so fällt der Zündmoment später und die Leistung des Motors nimmt ab. Hierdurch lässt sich, nach Angabe von *Cudell und Co.* jede gewünschte Fahrgeschwindigkeit zwischen 40 und 4 km erreichen.

Die bisher besprochenen Reguliermethoden für die Fahrgeschwindigkeit arbeiten sämtlich nicht einwandfrei, denn sie verringern nicht nur, sondern verschlechtern auch die Leistung, d. h. sie ziehen den Wirkungsgrad des Arbeitsprozesses herab, dessen günstigster Verlauf eine konstante Kolbengeschwindigkeit, konstante Qualität des Gemisches, konstante Kompression und konstanten Zündmoment zur Voraussetzung hat.

Die Drosselung arbeitet noch relativ brauchbar, weil sich gleichzeitig mit der Leistung auch die Menge des angesaugten Gemisches etwas vermindert; dagegen saugt bei Aenderungen des Kompressionsvolumens (Fig. 50) und bei elektrischer Spätzündung der Cylinder stets die gleiche Menge von Gemisch an, auch wenn er nur sehr wenig Arbeit leistet; dies entspricht einer unter Umständen bedeutenden Energie-, d. h. Benzinverschwendung, und lässt diese beiden Regulierungsarten in recht ungünstigem Licht erscheinen. Man benutzt sie daher bei grösseren Fahrzeugen wohl überhaupt nicht; bei den ganz [7]) leichten lässt sich ihre Anwendung dadurch einigermassen motivieren, dass hier die Einfachheit der Anordnung und die Bequemlichkeit in der Bedienung, auch die Ausgiebigkeit der Wirkung noch vor den Betriebskosten zu berücksichtigen sind.

Von Vorteil ist dagegen die verstellbare Zündung beim Anlassen insbesondere von grösseren Motoren, wobei man den Zündmoment zunächst für die Totlage einstellt, entsprechend der sehr geringen Anfangsgeschwindigkeit des Kolbens. Hierdurch werden die bei Glührohr unvermeidlichen Frühzündungsschläge (s. oben) beseitigt, gleichzeitig während des Leerlaufs die Explosionsstösse gemildert, wodurch die Regulatorbewegung eine ruhigere wird. Aus diesem Grund findet sich bei den *Benz*-Wagen die verstellbare Zündung speziell zum Anlassen angewendet (Fig. 47), doch fehlt die Verbindung mit dem Führersitz, also die Möglichkeit, die Einrichtung während der Fahrt zu benutzen.

Letzteres ist auch in all den Fällen, in denen man die Fahrgeschwindigkeit durch Verdünnung des Gemisches reguliert, kaum erforderlich, weil eine gesteigerte Verdünnung langsamere Verbrennung nach sich zieht, während dagegen die verlangsamte Kolbengeschwindigkeit den Verbrennungsvorgang beschleunigt; beide Erscheinungen wirken also einander entgegen und heben sich zum grossen Teil auf.

Noch bleibt uns die wichtigste Methode, die Fahrgeschwindigkeit zu regulieren, zu besprechen, von doppelter Wichtigkeit insofern, als sie einerseits vom wirtschaftlichen Standpunkt aus die beste ist, andererseits bei keinem grösseren Benzinautomobil, auch wenn es gleichzeitig mit anderen Reguliervorrichtungen versehen ist, entbehrt werden kann. Diese Methode benutzt veränderliche Uebersetzungen zwischen Kurbelwelle und Triebrädern und setzt das Vorhandensein eines Regulators voraus. Die Veränderung der Uebersetzung kann dabei stufenweis erfolgen, durch Riemen- (*Benz*) und Zahnrädervorgelege (*Daimler*) oder stetig mittels Reibungsrädern, doch soll auf die Konstruktion dieser Uebertragungsmechanismen zunächst nicht weiter eingegangen werden; ihre Wirkungsweise ergibt sich aus folgender Ueberlegung:

Es seien, wiederum ohne Berücksichtigung der Reibungsverluste, das Drehmoment an der Kurbelwelle mit M_1, das widerstrebende Moment an der Triebradwelle mit M_2, die zugehörigen Winkelgeschwindigkeiten mit ω_1 und ω_2 bezeichnet. Dann müssen für den Fall des Beharrungszustandes auf einem bestimmten Gefälle die Leistungen an beiden Wellen gleich sein, also

$$M_1 \,.\, \omega_1 = M_2 \,.\, \omega_2.$$

Nun ist aber

$$\frac{\omega_1}{\omega_2} = u$$

die momentane Uebersetzung.

Wünscht man nun beispielsweise auf demselben Gefälle langsamer zu fahren, so wird eine grössere Uebersetzung (im Sinne der Winkelgeschwindigkeiten) eingeschaltet, also u vergrössert. Hierdurch wird thatsächlich $\omega_2 = \frac{\omega_1}{u}$ kleiner, zunächst aber nur einen Moment lang, nämlich so lange ω_1 sich infolge der Trägheit der rotierenden Massen nicht merklich ändert.

Da ω_2 kleiner geworden, zu einer Aenderung der Grösse des widerstehenden Moments M_2 aber kein Grund vorhanden ist, erscheint nunmehr das Gleichgewicht $M_1\,\omega_1 = M_2\,\omega_2$ gestört, d. h. es ist $M_1\,\omega_1$ im Verhältnis zu gross geworden, der Ueberschuss wirkt auf eine Beschleunigung der Massen und versetzt das Ganze in schnellere Bewegung mit so lange zunehmender Geschwindigkeit, bis der Regulator eingreift und die Anzahl der auf eine bestimmte Zeit entfallenden Aussetzer vergrössert, wodurch die mittlere Kolbenkraft in dieser Zeit entsprechend vermindert wird, ohne dass die Kolbengeschwindigkeit wesentlich vergrössert worden wäre.

Diese Reguliermethode ist also keine unmittelbare, wie die früher erwähnten, sondern sie wirkt indirekt durch Vermittelung des Regulators; aber auch sie muss in letzter Linie die Leistung des Motors zu verändern suchen.

Die wertvolle Eigenart der Regulierung durch veränderte Uebersetzung besteht darin, dass sie die Kolbengeschwindigkeit und die Gemischbildung völlig unberührt lässt, also die Bedingungen für günstigste Ausnutzung des Brennstoffes nicht beeinträchtigt, vorausgesetzt, dass nicht schliesslich die Zündungen so selten erfolgen, dass der Motor sich merklich abzukühlen vermöchte.

Selbstverständlich kann man die Zahl der Aussetzer auch direkt verändern, ohne dass man den Uebersetzungsmechanismus zu Hilfe nehmen müsste; hierfür bietet die

[7]) In dem Führer für das Motordreirad von *Cudell und Co.* findet sich übrigens gleichfalls der Hinweis: „Man reguliere die Schnelligkeit des Motordreirades auf der Fahrt niemals durch die Frühzündung, sondern nur durch den Gashahn“ (durch Drosselung).

Regulierung von *Gobron und Brillié* (Fig. 49) ein Beispiel. Legt man nämlich den Hebel k tiefer, so wird die Feder stärker angespannt und hält die Masse w auch bei vergrösserter Geschwindigkeit noch fest, d. h. vermindert die Zahl der Aussetzer. Umgekehrt kann man durch Anheben des Hebels die Benzinzufuhr vermindern, auch völlig abschneiden und den Wagen zum Stillstand bringen.

Doch würde man damit, wenn man nicht nebenbei doch Uebersetzungen anwendet, eines sehr wertvollen Vorteils verlustig gehen, den letztere zu bieten vermögen, den Vorteil der Steigerung des Drehmoments bei gleichzeitig verminderter Geschwindigkeit auf Steigungen.

Bei Erläuterung dieser Verhältnisse geht man am besten von voller Belastung des Motors, etwa durch grösste Fahrgeschwindigkeit, aus. Kommt das Fahrzeug jetzt an eine Steigung, so vergrössert sich das widerstehende Moment M_2, und da der Motor kein grösseres Moment als M_1 leisten kann, wird bei ungeänderter Uebersetzung $\frac{\omega_1}{\omega_2}$ nach der Gleichung

$$\frac{\omega_1}{\omega_2} = \frac{M_2}{M_1}$$

ein nicht zu beseitigendes Uebergewicht von M_2 erzeugt, welches das Fahrzeug zum Stehen bringen muss. Durch Steigerung der Uebersetzung auf genügende Grösse kann man dagegen, wie leicht einzusehen ist, einen neuen Gleichgewichtszustand herbeiführen, nur ist dabei, da $\frac{\omega_1}{\omega_2}$ bei ungeändertem ω_1 jetzt grösser ausfallen muss, ω_2 und damit die Fahrgeschwindigkeit notwendigerweise kleiner geworden.

(Fortsetzung folgt.)

Kleinere Mitteilungen.

Elektrischer Betrieb auf der Berliner Stadt- und Ringbahn.

In der am 23. Januar d. Js. abgehaltenen Versammlung des Vereins deutscher Maschineningenieure sprach Eisenbahnbauinspektor *Koss* über den *Entwurf für Einführung des elektrischen Betriebes auf der Berliner Stadt- und Ringbahn.*

Die Verkehrsverhältnisse der Berliner Stadtbahn haben sich infolge des stetig wachsenden Verkehrs derartig gestaltet, dass eine thunlichst baldige durchgreifende Aenderung derselben erforderlich erscheint. In den Jahren 1884 bis 1897 hat sich der Verkehr der Stadtbahn jährlich durchschnittlich um mehr als 13 % erhöht, d. i. von 10½ Millionen beförderter Personen auf 56½ Millionen. Im Jahre 1897 war der Verkehr um etwa 105 % grösser als 7 Jahre vorher! Das Projekt der *Union-Elektrizitäts-Gesellschaft* zur Einführung des elektrischen Betriebes auf der Berliner Stadt- und Ringbahn lehnt sich an dasjenige System an, welches bereits in Amerika seit 1897 auf der South Side Elevated Railroad in Chicago mit durchaus befriedigendem Erfolge in Anwendung sich befindet. Für den ersten Ausbau ist als grundlegendes Prinzip festgestellt, dass keine Aenderungen an vorhandenen Baulichkeiten erforderlich werden sollen.

Die elektrischen Züge sollen je aus 8 Wagen zusammengesetzt sein, die je mit 2 Elektromotoren von zusammen 350 PS ausgerüstet sind, so dass jeder Zug über eine Gesamtleistung von 2800 PS verfügt, wogegen die jetzigen Stadtbahnlokomotiven nur etwa 400 PS leisten. Jeder der 8 Wagen hat ein um 80 % grösseres Fassungsvermögen als die jetzigen Wagen. Die elektrische Energie für die gesamte Bahnanlage soll in zwei grossen Kraftstationen: eine in Charlottenburg, die andere in Stralau-Rummelsburg, in Form von Gleichstrom im Dreileitersystem bei 600 Volt Spannung auf jeder Seite erzeugt werden. Der elektrische Strom soll den Motorwagen durch eine einzelne, neben jedem Geleise angebrachte Leitungsschiene mittels Gleitschuhen zugeführt werden. Bei jeder Bahnstation gelangt eine Akkumulatorenbatterie, welche an die Kontaktschiene angeschlossen wird, zur Aufstellung. Die Kontaktschiene ist durch ein Holzgehäuse gegen unbefugte Berührung abgeschlossen. Ausserdem ist aber die Spannung in dieser Schiene so gering, dass bei Berührung der Schiene durch einen Unberufenen dieser nur erschreckt, jedoch nicht getötet wird.

Der Kostenanschlag (Grunderwerb, Baulichkeiten, maschinelle Ausrüstung der Kraftstationen, Leitungsanlage, Akkumulatoren, Motorwagen, insgemein) beläuft sich auf 43 000 000 M.

Zum Schlusse fasste der Vortragende die Vorzüge des elektrischen Betriebes wie folgt zusammen:

1. Der elektrische Betrieb befreit die Bahnhöfe, die Bewohner längs der Stadtbahn und die Fahrgäste selber von den unliebsamen Belästigungen durch Dampf und Rauch und Verschmutzung, sowie auch von dem übergrossen Geräusch. Er gewährt den Fahrgästen ein freundlicheres Dasein in sauberen, hellbeleuchteten und geräumigeren Wagen;
2. er gewährt die grössere Schnelligkeit der Fahrt;
3. er gibt uns auf lange Jahre hinaus die Gewähr, die Leistungsfähigkeit dem Verkehrsbedürfnisse anpassen zu können;
4. endlich, und das ist vielleicht das Zwingendste, der elektrische Betrieb stellt sich ungleich wirtschaftlicher.

Deutschlands Stellung auf dem Weltmarkt am Ausgang des 19. Jahrhunderts.

Nach Angaben des Direktors der Zentralstelle für Vorbereitung von Handelsverträgen, Dr. *Vossberg-Rekow* in Berlin, hat die deutsche Ausfuhr seit dem Jahre 1872 ungefähr um 1½ Milliarde zugenommen, während diejenige Frankreichs um etwa ½ Milliarde abgenommen hat. Im Jahre 1894 führte allein Preussen nach Holland für 268 Millionen Franken, Frankreich dagegen nur für 21,5 Millionen aus. Für Norwegen zeigt das gleiche Verhältnis für dasselbe Jahr sich in 56 Millionen gegen 3 Millionen. Frankreich, das im Jahre 1887 nach Italien noch eine Einfuhr von 326 Millionen sandte, schickte 1894 nur noch 134 Millionen. Ein Rückgang um 61 % in 7 Jahren!

Die Klein- und Mittelstaaten kommen kaum in Betracht. Russland ist noch zu unentwickelt; uns bleiben als Konkurrenten England und die Vereinigten Staaten von Amerika. Untersuchen wir, wie es hier mit Vor- und Rückschritten aussieht, so zeigt sich folgendes:

Früher war London der Weltmarkt für Rohdrogen; „englischer" Kampfer z. B. war der erste der Welt. Seit 5 Jahren ist Hamburg an diese Stelle getreten. England führte 1892 noch für 90 000 Pfd. Sterling (1 800 000 M.) Chinin aus, 1895 nur noch für 40 553 Pfd. — Die Ausfuhr englischer Baumwollartikel ging von 37 Millionen Pfd. 1881 auf 27 Millionen Pfd. 1897 zurück. Strumpfwaren: 1882: 621 961 Pfd. 1895: 219 381 Pfd.

Die Gesamtausfuhr britischer Erzeugnisse aus dem Vereinigten Königreiche belief sich

1872 auf 256 Millionen Pfd.,
1895 auf 226 Millionen Pfd.,

während zur selben Zeit die Bevölkerung von 31 Millionen auf 39 Millionen wuchs.

England war „the worlds Ironmaster". Aber die englische Eisenproduktion, die 1884 noch 7,5 Millionen t betrug, war in den 10 Jahren bis 1894 auf 7,3 Millionen zurückgegangen, während die deutsche sich in der gleichen Periode von 3,4 Millionen auf 5,3 Millionen gehoben hatte.

Der Anteil Englands am indischen Handel nimmt ab. Er wächst für Deutschland. Indiens Bevölkerung nahm im letzten Jahrzehnt um 30 Millionen zu; aber die Einfuhr von Manchesterwaren nach Indien erfuhr keine Steigerung!

Die deutsche Ausfuhr an Baumwollwaren stieg in den Jahren 1883 bis 1893 von 14,6 Millionen kg auf 33,3 Millionen, d. h. um 127 %, während im gleichen Zeitraum diejenige Englands nur um 2½ % fortschritt. Englands Einfuhr nach Russland sank von 161 402 t im Jahre 1893 auf 138 318 t im Jahre 1894.

Englische Wolllitzen, Anilinfarbe, sogen. spanische Stripes und Tuche, Lampen, Papier, Schirme, Seifen, Bisquits, Messer und Bier sind verdrängt durch deutsche in Japan. Deutschland führte jüngst in Wladiwostok 80 000 t mehr ein als Russland. Es wurde in Südamerika längst die tonangebende Handelsmacht. Seine Einfuhr stieg nach dem Kap, Aegypten, dem Burenland, Brasilien, Argentinien, Chile, Japan, China, neuerdings auch wieder nach den Vereinigten Staaten. Fast auf allen Gebieten lässt sich unser Fortschritt und Englands wirtschaftlicher Rückgang mit Zahlen belegen.

Die Reichtumsquellen Englands fliessen indessen trotz allen Rückgangs noch immer in riesigem Umfange. Die englische Staatsschuld betrug 1856 noch 820 Millionen Pfd. Sterling, gleich 29 Pfd. Sterling per Kopf der Bevölkerung; 1895 nur noch 660 Millionen, gleich 17 Pfd. Sterling per Kopf, am 31. März 1896 nur noch 582 Millionen. Noch deckt die englische Herrschaft ⅕ der Erde, ¼ der Menschen. -*h.*

Arnold Bergsträsser Verlagsbuchhandlung (A. Kröner) Stuttgart.
Druck der Union Deutsche Verlagsgesellschaft ebendaselbst.

DINGLERS POLYTECHNISCHES JOURNAL.

81. Jahrg., Bd. 315, Heft 7. **Stuttgart, 17. Februar 1900.**

Jährlich 52 Hefte in Quart. **Abonnementspreis** vierteljährlich 6 M., direkt franko unter Kreuzband für Deutschland und Oesterreich 6 M. 65 Pf., für das Ausland 7 M. 30 Pf. Redaktionelle Sendungen und Mitteilungen bittet man zu richten: An die Redaktion von „Dinglers Polytechn. Journal" in Stuttgart, die Expedition betreffende Schreiben an Arnold Bergsträsser Verlagsbuchhandlung (A. Kröner) Stuttgart.



Bericht über verschiedene Bauausführungen der Pariser Weltausstellung.

I. Das Palais für Maschinen und das Palais für chemische Industrien [1]).

Zu den bedeutendsten Hochbauten, welche für die Zwecke der diesjährigen Pariser Weltausstellung erstanden sind, zählen u. a. das grosse Maschinenpalais und das hierzu symmetrisch ausgeführte Palais für die chemischen Industrien. Diese beiden grossartigen Baulichkeiten liegen rechts und links vom Wasserschlosse, das mit den beiden dahinter stehenden Hallen der elektrotechnischen Industrie den architektonischen Abschluss und Glanzpunkt der rückwärtigen Anlagen des Marsfeldes bildet. Ueber die Art und den Verlauf der baulichen Durchführung der vorgenannten Ausstellungsanlagen, die in vielem ganz eigentümliche und ohne Frage höchst bemerkenswerte Objekte sind, hat Ingenieur *René Weil*, Inspektor des Eisenkonstruktionsbureau der Ausstellung, eine Reihe interessanter Berichte veröffentlicht (vgl. *Génie civil*, Bd. 34 S. 309 und 335; Bd. 35 S. 17 und 133; Bd. 36 S. 129 und 145), aus denen wir nachstehendes entnehmen.

Fig. 1.
Grundriss des Oberbaues der Maschinenhalle.

Wie die obenstehende Grundrissskizze (Fig. 1) des

[1]) *D. p. J.* 1899 **313** * 30. **314** * 14.

ersten Geschosses des Maschinenpalais ersehen lässt, beläuft sich die Breite der ganzen Maschinenhallenanlage, normal zur Längsachse des Marsfeldes, auf 138,10 m und die Länge, parallel mit der Längsachse des Marsfeldes, auf 139 m, so dass die überbaute Fläche annäherungsweise 19200 qm umfasst. Genau dieselben Abmessungen weist auch der symmetrische Grundriss der Hallenanlage für die chemischen Industrien auf. Bei beiden Gebäuden wird die dem inneren, als Gartenanlage hergerichteten Raume des Marsfeldes, d. i. also die dem in der Mittelachse des Marsfeldes liegenden Wasserschlosse zugewendete Fassade von einem aus zehn Rundbogenöffnungen bestehenden Säulengange gebildet, die sich in einer stumpfen Ecke an die Rotunden anschliessen, welche das Wasserschloss zu beiden Seiten flankieren. Im unteren Geschosse sind es statt Rundbögen Flachbögen, welche die einzelnen Felder überspannen, und deren Anblick zum Teile von den Terrassen gedeckt wird, mit welchen die Rampen des Wasserschlosses abschliessen. Ausgeführt sind die Wände und alles Zierwerk dieser durch Fig. 2 und 3 gekennzeichneten Fassaden lediglich aus Gips, und zwar bestehen die Flächen und Gesimse aus einer verhältnismässig sehr dünnen Verkleidung, die auf einer gleichfalls sehr leichten und schwachen, an der Eisenkonstruktion befestigten Holzverblendung aufgezogen ist. Die hinter den Bogenöffnungen des Obergeschosses liegenden Loggien bilden eine langgestreckte Wandelbahn, deren aus Kreuzgewölben bestehende Decke mit dekorativen Gemälden geschmückt wird. Von diesen Wandelbahnen aus (rechts an der Maschinenhalle, links an der Halle für chemische Industrie) werden die Ausstellungsbesucher am Abende promenieren und auf den balkonartig vorspringenden Brüstungen der Bogenöffnungen, welche den Eindruck der Fassade so sehr heben und beleben, das Spiel der Lichtfontänen am Wasserschlosse bequem beobachten können. Im Hintergrunde der Loggien befinden sich fast der ganzen Wandelbahn entlang sowohl im Parterre als auch im Obergeschoss nebeneinander mehrere Kaffee- und Speisewirtschaften. Die eiserne Fachwand, welche diese vorwiegend der Erholung und dem Vergnügen des Publikums gewidmeten Räume von der anstossenden Galerie der eigentlichen Ausstellungsräume scheidet, ist mit Ziegel solid ausgemauert. Bei dem Entwurfe der mehrbesagten Fassade hatte der Architekt von vorhinein darauf verzichtet, sich seine Zierwerksmotive aus jenen künstlerisch wenig anregenden Industriegebieten zu holen, welche die beiden Gebäude zu beherbergen bestimmt sind, sondern es vorgezogen, seine Einzelausführungen im wesentlichen lediglich dem Charakter des zwischenliegenden Wasserschlosses anzupassen. In diesem Sinne ist der grosse Fries (Fig. 2) der beiden Hallenfronten höchst ansprechend mit breiten Zierleisten, sowie im Mittel über den Säulenachsen mit schildertragenden Kindergestalten ausgeschmückt; über demselben erstreckt sich eine Ballustrade, die in der Achse des Scheitels jeder Bogenöffnung durch eine Attika unterbrochen wird, die aus Robbenköpfen, Algen oder anderen dem Wasserleben entnommenen Motiven zusammengestellt ist. Ueber jedes Giebelfeld erhebt sich ferner ein mit Skulpturen verzierter, 9 m hoher Mast, der einen Wimpel tragen wird. Als Randverzierung der Bogenöffnungen und in den Kapitälen der Strebepfeiler, ebenso unter den vorspringenden Brüstungen der Loggias hat man gleichfalls die mannigfachsten Kompositionen aus Motiven der Meeresflora und Meeresfauna anzubringen verstanden. Im ganzen gibt sich das Bild der in Rede stehenden zwei Fassaden im Stile einer Art realistischer Renaissance, in der sich die schönen Linien der klassischen Architektur in voller Reinheit wiederfinden. Für die Ausgestaltung der die beiden Hallenbauten nach vorn abschliessenden Rotunden (Fig. 3) hat der Architekt eine ganz besonders ansprechende, künstlerisch vollendete Lösung gefunden. Von der eigentlichen Längsfassade durch einen kleinen Schlussbogen getrennt, der den Uebergang bildet, stellt jede der beiden kuppeltragenden Rotunden eine vorspringende, geräumige Bogenhalle dar, deren Obergeschoss in seinem äusseren Bilde dem Charakter der anstossenden Loggias harmonisch angepasst ist. Das im Untergeschosse von einem flachen Bogen überspannte Hauptfeld und die zwei im Winkel anstossenden, durch Rundbogen überwölbten Nebenfelder bilden vom Inneren des Marsfeldes her den Haupteingang des Bauwerkes. Der schlank aufstrebende, oben von zwei symmetrischen Schlussbogen eingefasste und mit einer Attika gekrönte Portikus trägt als obersten Abschluss eine allegorische, die Arbeit darstellende Figur. Die reich verzierte Kuppel ist halbkugelförmig und von geschweiften, sowie ungleich grossen ovalen Fenstern durchbrochen. In der die beiden Geschosse der Rotunde scheidenden Decke ist in der Mitte ein 7 m weiter, kreisförmiger, mit Ballustraden versicherter Teil ausgeschnitten (vgl. Fig. 6), damit das Kuppelinnere, für welches eine besonders schöne, künstlerische Deckenausstattung vorgesehen wurde, schon vom Untergeschoss aus gesehen werden kann. Das Gerippe der Kalotte besteht aus Holzzimmerung und ruht auf einem starken Gürtel, der gleich den Wandstützen aus stählernen Blechträgern hergestellt ist. Zum Tragen der vorerwähnten ringförmigen Zwischendecke dienen sieben stählerne Konsolen von 5 m Ausladung, die an ihren äusseren Enden durch einen gleichfalls aus Stahlblechen ausgeführten Kranz verbunden sind. Sehr nüchtern und einfach sind hingegen die anderen Längsfronten ausgeführt, wovon sich die des Maschinenpalais der *Avenue de Labourdonnais* und jene des Palais für chemische Industrien der *Avenue de Suffren* zukehrt; sie bestehen nur aus dem Eisenfachwerk mit Fenstern, zwischen denen die Wandflächen glatt mit Gipsverkleidungen ausgefüllt sind. Das Ganze wird von einem Kordongesims aus Stuck gekrönt, aus welchem in Abständen von 9 zu 9 m verzierte Wimpelmaste empor-

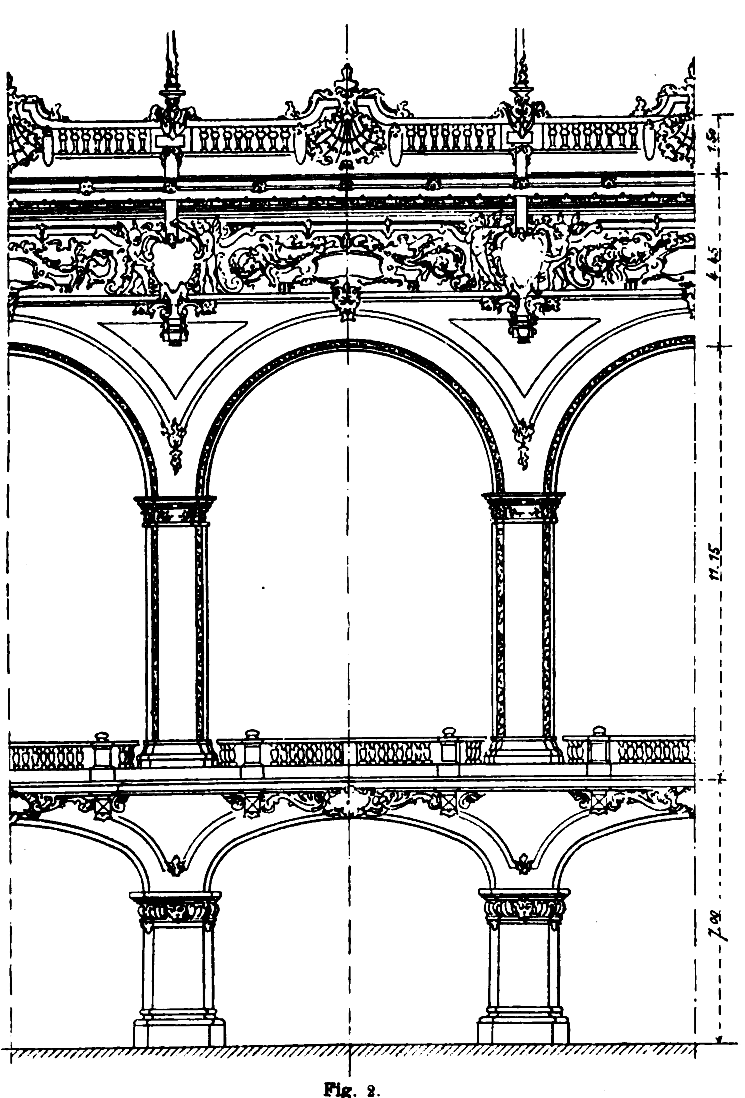


Fig. 2.
Innenfassade an der Maschinenhalle und der Halle für chemische Industrie.

ragen. Die Pläne für die baukünstlerische Ausgestaltung der beiden in Rede stehenden Ausstellungshallen, sowie des Wasserschlosses waren dem Gouvernementsarchitekten Prof. *Paulin* übertragen, dem bekanntlich seinerzeit der grosse Preis für Rom zuerkannt wurde, und der seither an der *École des Beaux-Arts* als Lehrer wirkt.

Auch was die innere Grundrisseinteilung anbelangt, sind das Maschinenpalais und das Palais für die chemischen Industrien ganz übereinstimmend, symmetrisch angeordnet. Im Untergeschosse bilden die äusseren an den Längsseiten vorhandenen Galerien (vgl. Fig. 1, 4 und 6) lediglich die Fortsetzung ähnlicher in derselben Achse liegender Gänge der anstossenden Ausstellungshallen. Vom äusseren Rande des Marsfeldes her gerechnet ist der bedeckte Raum für Maschinen bezw. für die chemische Industrie in drei je

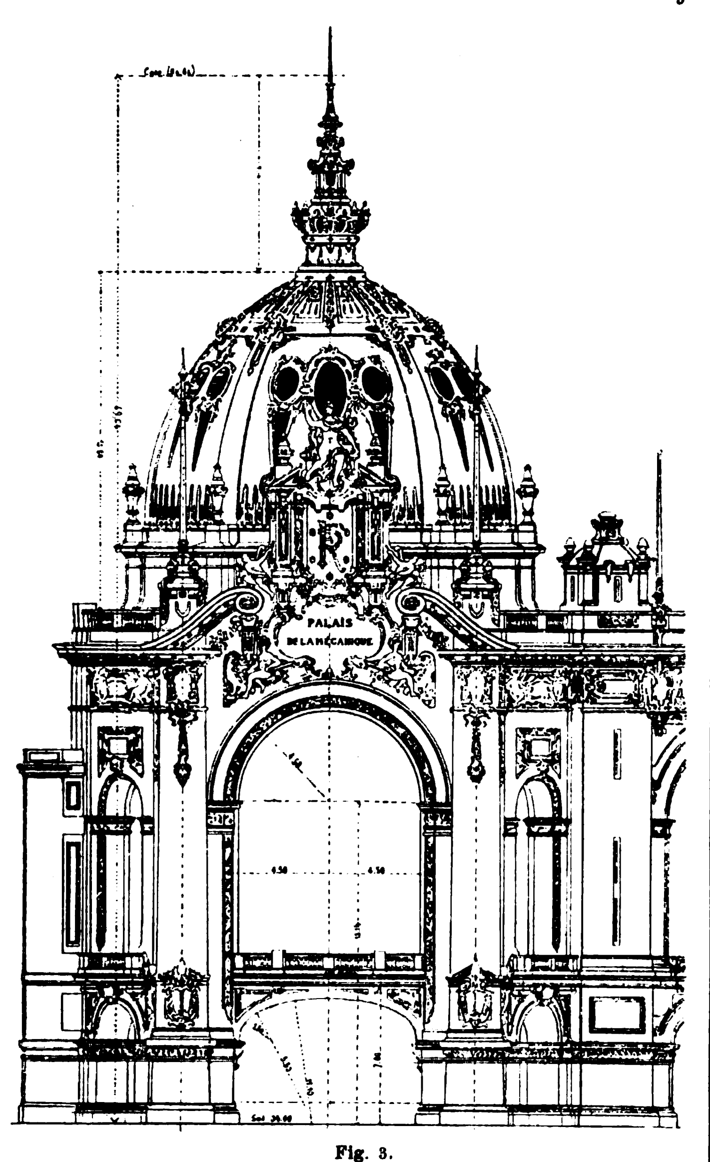


Fig. 3.
Rotunde an der Maschinenhalle.

27 m breite, 90,10 m lange, 15 m, im Maximum 22,9 m hohe Längsschiffe geteilt, die von allen Seiten durch 9 m breite, zweigeschossige Galerien eingefasst und ausserdem in der Richtung gegen die *Seine* durch drei 27 m lange, ebenso breite, 15 m, im Maximum 26,35 m hohe Querhallen abgeschlossen sind, welche sich durch Vermittelung der vierten Längsgalerie organisch an die Rotunde angliedern. An der Front gegenüber dem Wasserschlosse befinden sich endlich noch der bereits mehrfach erwähnte 7,90 m breite, 90,10 m lange Raum für die Restaurants, sowie schliesslich die daran anstossende 9,20 m breite, im ganzen 139 m lange, von den Eckgebäuden und den Loggias gebildete Wandelbahn. Die drei grossen Längshallen sind so wie die drei Querhallen offen, d. h. sie weisen keine Zwischendecken auf, sondern haben wie Eisenbahnhallen bis zum Dache hinauf einen völlig freien Querschnitt; sämtliche Galerien hingegen, ebenso die Loggiagänge und die Restaurantsräume sind im gleichen Niveau durch eine Zwischendecke in zwei Geschosse getrennt, doch haben die Galerien, insoweit sie an die Hallen stossen, nirgends geschlossene Scheidewände, sondern lediglich auf dem Fussboden befestigte Schutzgeländer, so dass man vom Obergeschoss der Galerien in die nachbarlichen Hallen hinabsehen kann. Das der *Seine* abgekehrte Ende des Loggiaganges ist mit einem fünfeckigen Kiosk (vgl. Fig. 1 und 7) abgeschlossen, der einerseits die Verbindung zu den Terrassen des Wasserschlosses, andererseits jene zur anstossenden Elektrizitätshalle vermittelt. Zur Gewährleistung der leichten Kommunikation zwischen den beiden Stockwerken der Galerien und der Restaurants werden verschiedene Hilfsmittel in angemessener reichlicher Zahl vorhanden sein, nämlich Stiegen, Güteraufzüge, Fahrstühle und Rampen. Da die ihren Weg durch die *Avenue de Labourdonnais* nehmende elektrische Stufenbahn in der Höhe des ersten Stockwerkes der Maschinenhallenanlagen parallel an denselben vorübergeht, so ist gegenüber der 27,4 m breiten Querhallen eine Station dieser Bahn angebracht, wie es in Fig. 1 angedeutet erscheint.

Was nun die Metallkonstruktion der beiden Palais betrifft, für die in ihrer Gesamtheit nahezu 4800 t Stahl verbraucht wurden, so ist die eine durch die Firma *J. Roussel*, die andere durch die Firma *Boudet, Donon und Co.* ausgeführt worden und dank des ebenso rastlosen als sachverständigen und umsichtigen Vorgehens dieser Unternehmer war es möglich geworden, die Aufstellung und Montierung dieses riesigen Säulen-, Bogen-, Träger- und Sparrengerippes innerhalb der ausserordentlich kurzen Frist von beiläufig 6 Wochen fertig zu bringen. Schon seit November verflossenen Jahres sind die sämtlichen Hallen und Galerien montiert und überdacht, sowie im allgemeinen schon so weit vollendet gewesen, dass sie der Benutzung übergeben werden konnten.

Für die Bestimmung der Konstruktionsquerschnitte war eine Maximalbelastung der Bodenflächen mit 500 kg pro Quadratmeter und von 90 kg pro Quadratmeter der dem Winde oder Schnee ausgesetzten Dachflächen massgebend und sonach die Beanspruchung des Stahles mit 12,5 km Druck pro Quadratmillimeter Querschnitt bemessen. Die von 9 zu 9 m aufgestellten Strebepfeiler der Hallen sind in der Längsrichtung der Schiffe durch Gitterträger aus Stahlblech versteift, welch letztere in den Galerien wieder durch ebensolche, jedoch leichtere Querträger verbunden sind, die in Entfernungen von 1 m voneinander liegen und ihrerseits die Holzbalken tragen, auf welchen der Fussboden des Obergeschosses angebracht ist. Eine interessante Abweichung der Deckenkonstruktion weist der fünfeckige Abschlusskiosk nach, der, wie bereits früher bemerkt wurde, die Verbindung der Hallenanlage vom Loggiagange aus zu den Terrassen des Wasserschlosses und nach rückwärts zu der benachbarten Elektrizitätshalle herzustellen hat. Das regelmässige Fünfeck des Erkergrundrisses ist in einen Kreis von 9,75 m Radius eingeschrieben; seine Pfeiler A, B, C, D und E (Fig. 7) befinden sich an den Winkelpunkten und haben gegenseitig einen gleichen Abstand von 11,48 m, der von je einem stählernen Blechträger überspannt ist. Als Hauptdeckenträger dienen jedoch die I-förmigen stählernen Balkenträger a, b, c, d und e, die ganz eigentümlich und sinnreich verteilt sind. Jeder von denselben wird nämlich einerseits von seinem besonderen Pfeiler, andererseits von seinem Nachbarträger getragen, der selbst wieder in ganz gleicher Weise festgehalten ist. Wie man sieht, wurde auf diese Weise ein vollständiges Gleichgewichtssystem durchgeführt, in Anlehnung an eine bekannte mechanische Scherzlösung, welche darin besteht, eine gewisse Anzahl von Tischmessern dadurch tragen zu lassen, dass man sie mit gegenseitiger Unterstützung auf eine gleiche Anzahl von Stützpunkten verlagert. Die zwischen den soeben geschilderten Hauptdeckenträgern und den Querträgern, welche die Pfeilerköpfe verbinden, vorhandenen Räume werden, wie Fig. 7 ersehen lässt, durch schwächere Zwischenträger in weitere schmale Felder zerlegt und schliesslich kommen auf diesen stählernen Trägerrost die Polsterhölzer und die Dielen des Fussbodens. Im Untergeschosse ist das pentagonale Deckengerippe sichtbar und durch Gesimsfelder, welche dazwischen

eingelegt sind, als charakteristischer und origineller Deckenschmuck ausgenutzt.

In den Ueberdachungen sind alle Hauptgespärre in denselben Entfernungen wie die Hallensäulen, also je 9 m voneinander angebracht, und zwar bestehen dieselben in den Galerien, wie Fig. 4 erkennen lässt, aus den zwei Dachsparren, die mittels Stahlblechstützen und Streben mit einem gedrückten Unterzugsbogen zu einem einzigen Gitterträger ausgebildet sind. Die Gespärre der breiten Hallen bestehen hingegen aus zwei als Fachwerksträger angeordneten, sich einander zuwendenden Ausladern, die, von den Strebepfeilern abgehend, bis auf 9 m wagerechte Entfernung in das Profil der Halle hineinreichen. Diese das Hauptdach der Halle tragenden Auslader sind an jeder Seite des Hallenschiffes durch je fünf parallele, gleich weit voneinander abstehende Pfetten untereinander verbunden; auf den obersten, die Endköpfe der Auslader verbindenden Pfetten sitzen dann die leichten Gespärre des Abschlussdaches. Dieses ist als Laternendach ausgeführt und liegt gegen die beiden Schrägen des Hauptdaches um etwa 0,9 m höher; die zugehörigen Gespärre sind je 4,5 m (vgl. Fig. 5) voneinander angebracht und bestehen je aus einem schwachen Fachwerksträger, der aus einem Spannbogen und den zwei mit ihm durch fünf Streben verbundenen Sparren zusammengesetzt ist. Der Bogenanlauf der das Hauptdach in den Maschinenhallen tragenden Auslader liegt 13,75 m und ihr oberster Anschluss an die Tragsäule 14,95 m über dem Fussboden. Auch in der Längsrichtung aller Hallen bezw. Galerien sind die Tragsäulen in der Dachrandhöhe von einer zur anderen durch Fachwerksträger (vgl. Fig. 4, 5 und 6) verankert und gestützt, die aus einem wagerechten Träger und einem mit ihm durch Sprengwerk verbundenen Unterzugsbogen bestehen. In den Ichseln und Wiegen, wo die Dächer zweierlei Räume aneinander treffen, besteht die Eindeckung aus gewelltem Zinkblech, während die übrigen Teile eine Glaseindeckung haben, die behufs Förderung der Lüftung treppenförmig angeordnet ist. Zur Aufnahme der Hartglastafeln dienen Rahmengestelle aus einfachen T-Eisen, die an der offenen Seite durch Böcke getragen werden, welche sich auf den durchlaufenden Pfetten stützen.

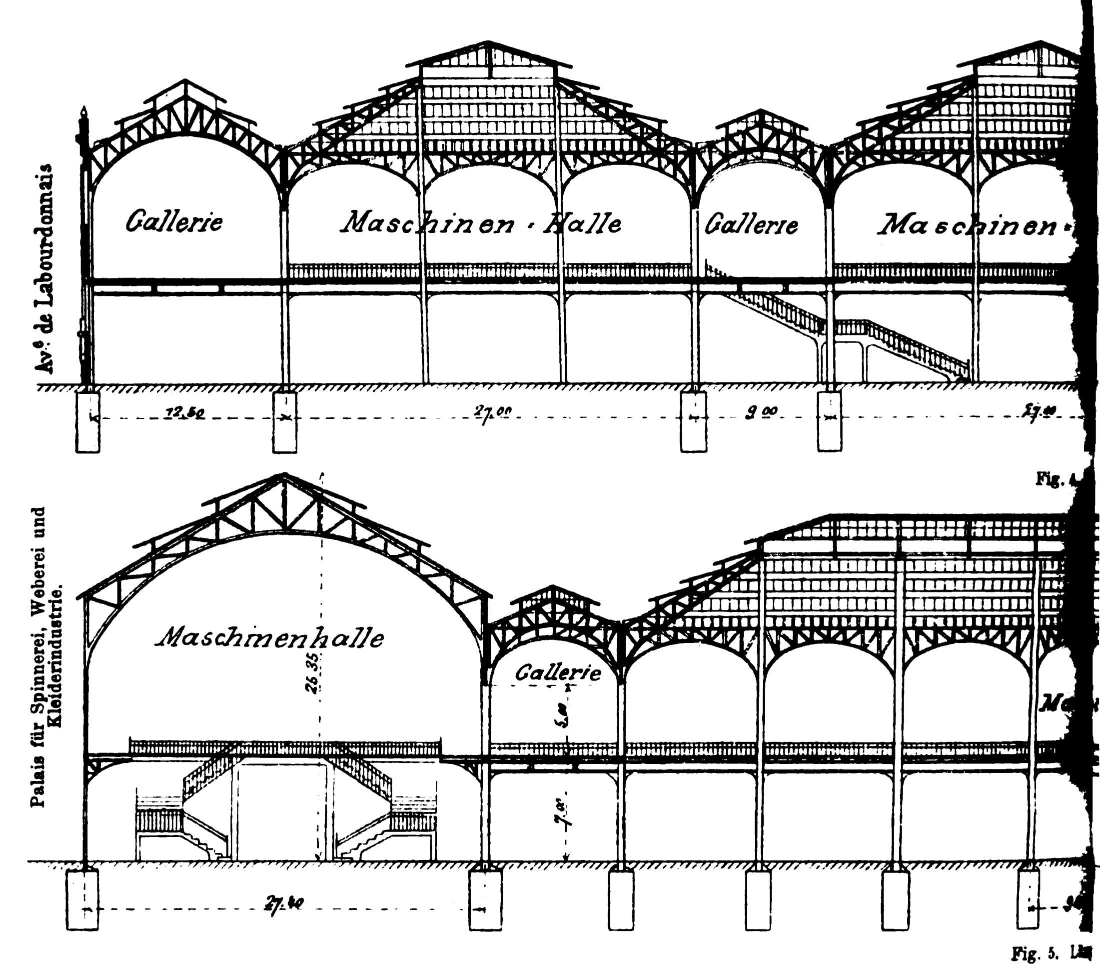


Fig. 4.

Fig. 5.

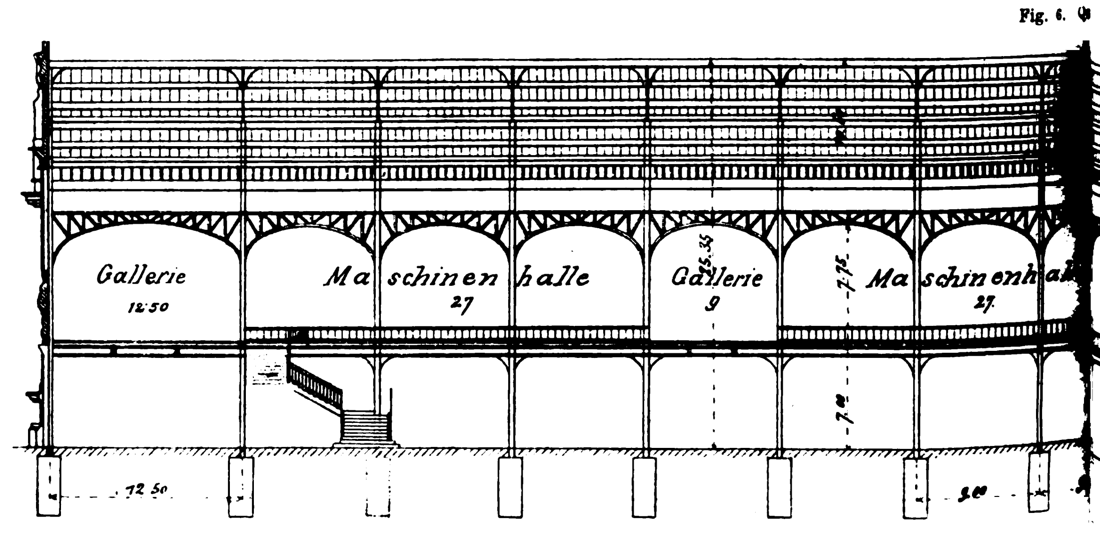


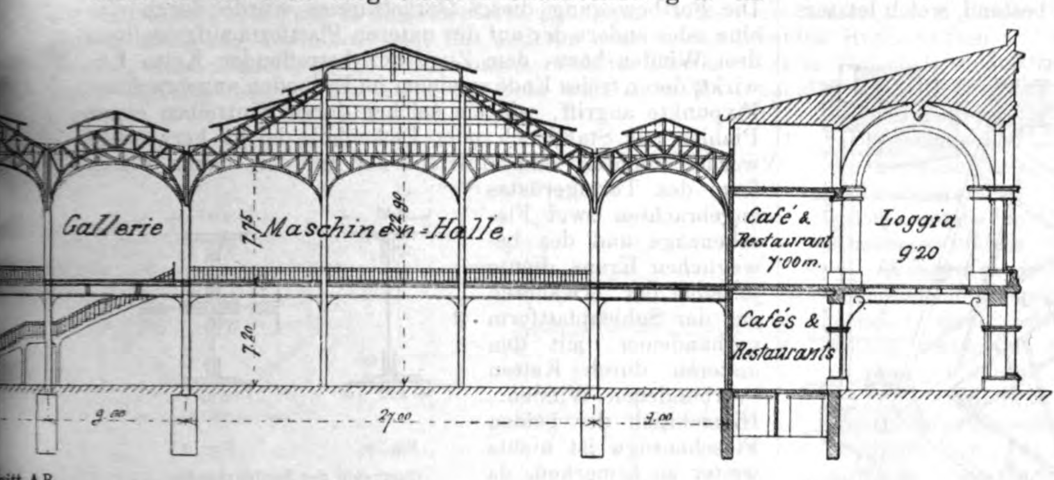
Fig. 6.

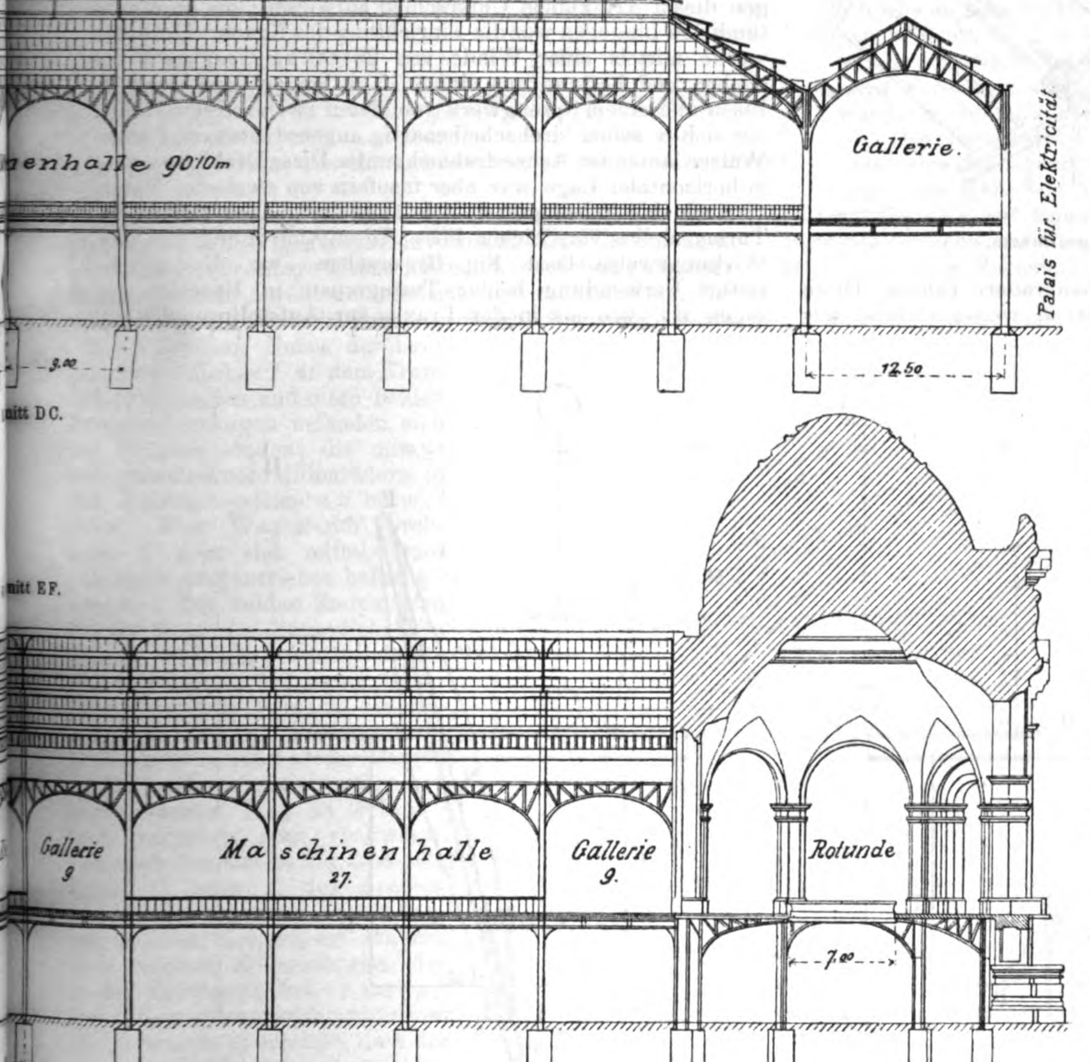
Die Bestimmung der Kräfte, welche auf die verschiedenen Konstruktionsteile des Metallgerippes der beiden in Rede stehenden Bauwerke einwirken, sowie die Berechnung der erforderlichen Querschnitte ist sehr einfach nach der graphischen Methode bezw. unter Anwendung der *Cremona*'schen Regel und der *Rankine*'schen Formel durchgeführt worden. In diesem Sinne erfolgte beispielsweise die Berechnung der Tragsäulen auf nachstehende Weise: Laut der *Rankine*'schen Formel ist die Belastung, welche den Bruch eines belasteten Stückes herbeiführen würde, mit

$$N = \frac{\Omega\, C}{1 + K\dfrac{L^2}{r^2}}$$

angegeben, wobei Ω den Querschnitt des Pfeilers in Quadratmetern, C ein gleichbleibender Faktor, der sich für die in Betracht kommende Stahlsorte mit 30×10^6 beziffert, und K ebenfalls eine für diese Materialgattung bekannte Konstante von $\frac{1}{36\,000}$ bedeuten, während L die freie Länge der Tragsäule und r den Radius des kleinsten Querschnitt-

kreises darstellen, welch letzterer durch $\frac{1}{\Omega}$ ausgedrückt werden kann. Die zulässige Belastung P, welche der Pfeiler ohne Gefahr der Deformation auszuhalten vermag, steht zu der oben ausgewiesenen Bruchbelastung N im





geraden geometrischen Verhältnisse, wie der Widerstands-(Arbeits-)Koeffizient zum Bruchkoeffizienten. Hieraus ergibt sich

$$P = N \frac{12{,}5\ \text{kg}}{42\ \text{kg}} = \frac{12{,}5}{42} \times \frac{\Omega\, C}{1 + K \frac{L^2}{r^2}}.$$

Auf Grund der mit Hilfe dieses Ausdrucks gewonnenen Daten haben die aus 7 mm starkem Stahlblech hergestellten Tragsäulen in ihrem oberen Teile, d. h. auf die Höhe des Obergeschosses den in Fig. 8 skizzierten doppel-T-förmigen Querschnitt, im weiteren Verlauf nach abwärts jedoch den verstärkten, kreuzförmigen Querschnitt nach Fig. 9 erhalten. Hinsichtlich des ersteren dieser Querschnitte stellt sich seine Tragfähigkeit unter Anrechnung einer *freien* Pfeilerhöhe von 5,25 m

$$P_1 = 55\,832\ \text{kg},$$

während die maximale Inanspruchnahme nur 38000 kg beträgt; für den unteren Querschnitt berechnet sich die Tragfähigkeit

$$P_2 = 103\,000\ \text{kg},$$

wogegen sich die mögliche äusserste Belastung nur auf 76000 kg belaufen kann.

Selbstverständlich war in Anbetracht der bedeutenden Ausdehnung des Maschinenpalais und des Palais für chemische Industrien die Frage der Montage des Metallgerippes von hervorragender Wichtigkeit und die diesfällige erfolgreiche Durchführung rechtfertigt es wohl, diesem Gegenstande schliesslich noch ein etwas näheres Eingehen zu widmen. Obwohl nun die beiden Bauwerke aus ganz gleichen Konstruktionsteilen bestanden, so haben doch die bezüglichen Bauunternehmungen für die Montage nicht dieselben Methoden verfolgt. So verwendete man für die Aufstellung des Stahlgerippes des Maschinenpalais zwei ganz gleich angeordnete, mit je zwei Flaschenzügen und einem eigens konstruierten Kran ausgestattete Hebegerüste, für deren Einrichtung einerseits die Absicht, die Aufstellungsarbeiten thunlichst zu vereinfachen, und namentlich das Bestreben massgebend war, sie sowohl in den Galerien als in den Hallen unveränderlich verwenden zu können. Andererseits wollte man auch das Vernieten von Konstruktionsteilen in den Höhen, eine Durchführung, die bekanntlich für die Arbeiter sehr gefährlich und ausserdem von der Bauleitung schwer zu überwachen ist, gänzlich vermeiden. Allerdings mussten sonach, da die Konstruktionsteile zu grösseren Stücken auf dem Erdboden verbunden werden sollten, um so schwerere Lasten gehoben werden, welche Schwierigkeit man jedoch der früher besagten gerne vorzog. Um ausserdem alle unvorhergesehenen Zufälle zu vermeiden, verlegte man die Motoren der Hebevorrichtungen nebst den zu ihrer Bedienung erforderlichen Arbeiter auf die Sohle des Montagegerüstes, während auf der obersten Plattform nur so viele wohlgeschulte, schwindelfreie Monteure in Verwendung standen, als unbedingt erforderlich waren, um die gehobenen Stücke in die richtige Lage zu bringen und ihre Verbolzung zu bewerkstelligen. Dieser Anordnung ist es denn auch thatsächlich zu verdanken, dass die gesamten Aufstellungsarbeiten in der Maschinenhalle ohne jeglichen Unfall verlaufen sind.

Das einzelne, von der Bauunternehmungsfirma *J. Roussel*

für das Maschinenpalais in Verwendung gebrachte verschiebbare hölzerne Montagegerüst hatte die Form eines 27,15 m hohen, quadratischen Turmes mit 7,50 m Seitenlänge. Die Sohle desselben bildete ein Rahmen, der seiner Breite nach aus einfachen, seiner Länge nach aus doppelten 22 × 15 cm starken eichenen Balken bestand, welch letztere

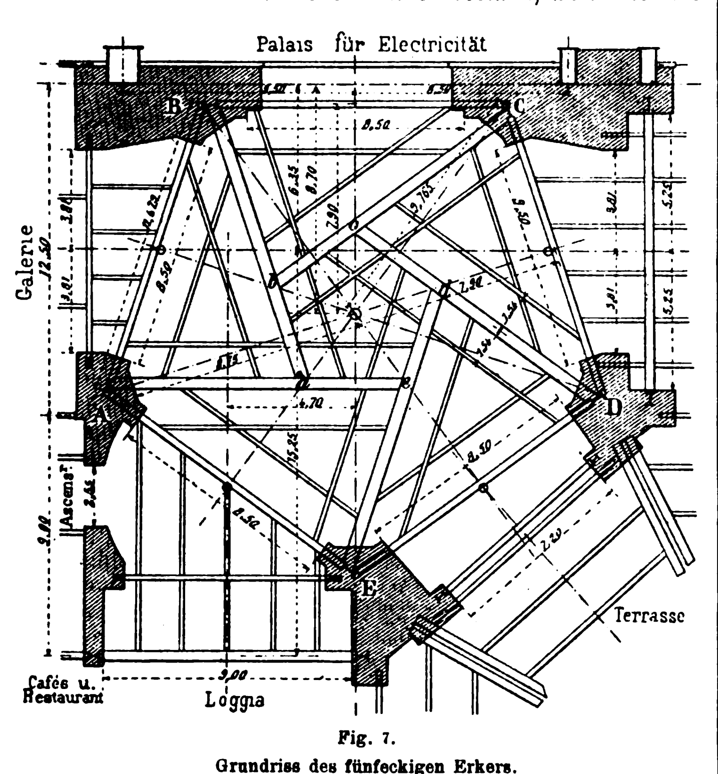


Fig. 7.
Grundriss des fünfeckigen Erkers.

auf den Achsen von sechs Eisenbahnrädern ruhten. Diese standen ihrerseits auf einem 7,50 m weiten Geleise aus

Aufbau hatte seiner ganzen Höhe nach von 4 zu 4 m wagerechte Querverbindungen durch Doppelzangen aus 16 × 6 cm starken Balken und war schliesslich durch andreaskreuzförmige, gleichfalls aus 16 × 6 cm starken Balken hergestellte Doppelzangen versteift und gesichert. Die Fortbewegung dieses Gerüstturmes wurde durch die eine oder andere der auf der unteren Plattform aufgestellten drei Winden bezw. dem Zuge der betreffenden Kette bewirkt, deren freies Ende an einem im Erdboden angebrachten Fixpunkte angriff, wie ein solcher durch Eintreiben eines Pfahles aus Stahlblech oder Eichenholz leicht hergestellt werden konnte. Zum Antriebe der auf der oberen Plattform des Turmgerüstes angebrachten zwei Flaschenzüge und des beweglichen Krans diente je eine der erwähnten auf der Sohlenplattform vorhandenen, mit den ersteren durch Ketten verbundenen Winden. Hinsichtlich der beiden Flaschenzüge ist nichts weiter zu bemerken, da sie gegenüber den gewöhnlichen Vorrichtungen dieser Art keinen Unterschied aufwiesen; um so eigentümlicher hingegen war die Einrichtung des Krans. Derselbe wurde mittels einer Winde von 25000 kg Tragkraft betrieben und bestand aus einem 15 m langen, aus zwei U-Eisen und einem Sprengwerk gebildeten zweiarmigen Hebel, der sich in seiner drehscheibenartig angeordneten, auf sechs Walzen laufenden Achse drehen konnte. Diese Drehbewegung in horizontaler Lage war aber insofern von zweierlei Natur, als auch das Achsengestell sich längs der ganzen Breite des Turmgestelles verschieben liess. Diese Anordnung und ihre Wirkungsweise lässt Fig. 10 ersehen, wo die gleichzeitige Verwendung beider Turmgerüste in Betracht gezogen ist, wie sie in der Praxis zur Aufstellung der am

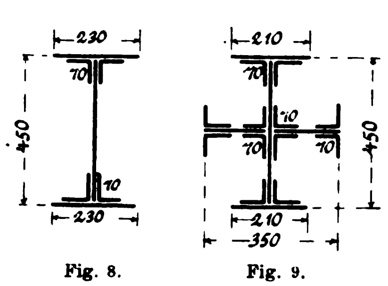


Fig. 8. Fig. 9.
Querprofil der Säulenständer.
Fig. 8 im Ober-, Fig. 9 im Untergeschoss.

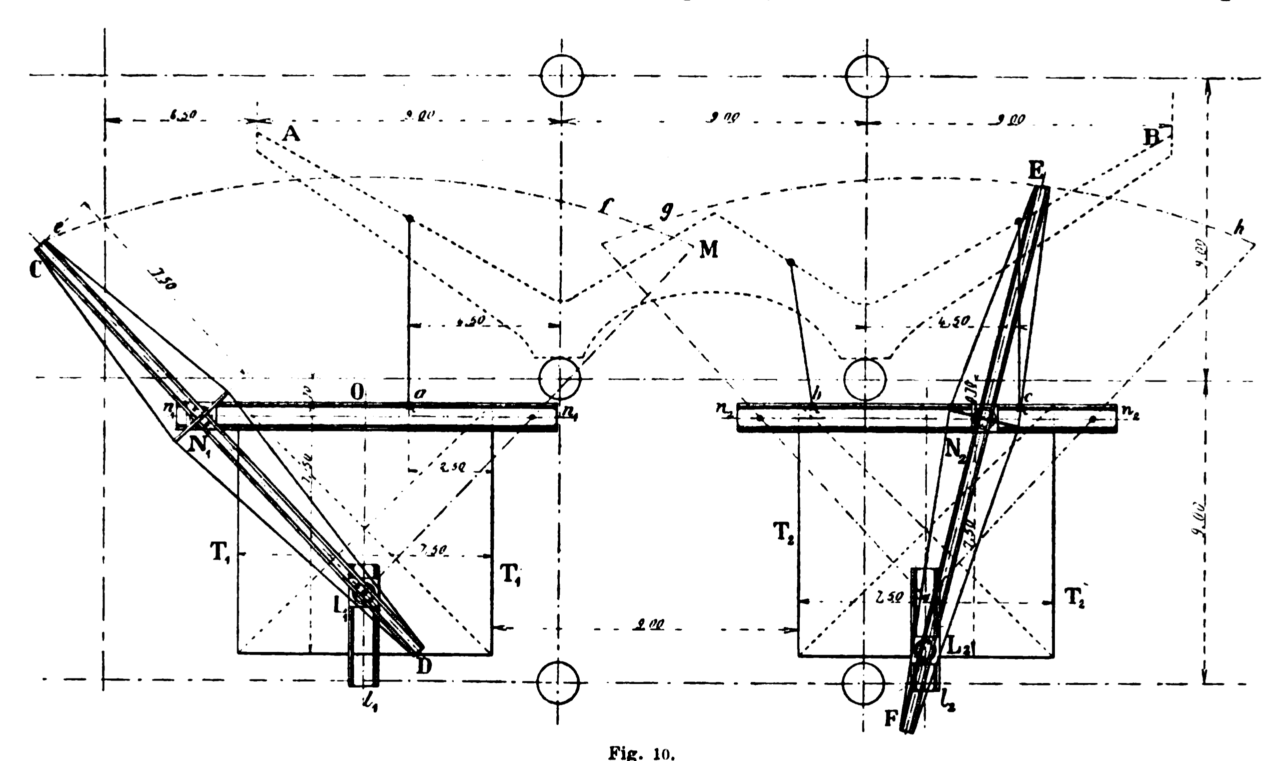


Fig. 10.
Aufstellung eines Galeriegespärres nebst zweier Ausleger für Hallen.

schweren Eisenbahnschienen, die auf Längsbäumen festgenagelt waren, deren Niveau durch hölzerne, am Erdboden verlegte Querschwellen versichert wurde. Auch die vier Stuhlsäulen in den Turmecken bestanden aus Eichenhölzern von 22 × 22 cm Querschnitt und zwischen je zweien derselben war noch eine 16 × 16 cm starke Stuhlsäule eingeschaltet. Der ganze durch diese acht Ständer gebildete

Boden fertig gestellten Konstruktion eines Galeriegespärres und der damit vernieteten beiden Hauptdachträger für die anstossenden Hallen stattgefunden hat. Infolge des Vorhandenseins zweier parallel aufgestellter Hebegerüste und der zweckdienlichen Anordnung ihrer Krane *CD* und *FE* erstreckte sich das jeweilige Montagefeld auf eine Breite von 36 m. Das kombinierte, in gestrichelten Linien an-



gezeichnete Gespärre AMB wurde zuförderst auf dem Erdboden zunächst der Basis der Gerüsttürme $T_1\,T_1$ und $T_2\,T_2$ vollständig fertig gemacht, sodann mittels dreier am Bord der obersten Plattform angebrachter Flaschenzüge a, b und c bis zur richtigen Höhe emporgehoben und sodann in dieser Lage schwebend erhalten. Hierauf erfolgte erst die Aufstellung der zwei zu den Gespärren gehörigen Stützpfeiler mit Hilfe des einen oder des anderen oder beider Krane, welche, nachdem die Verbolzungen zwischen Pfeiler und Gespärre stattgefunden hatte, nunmehr auch noch die

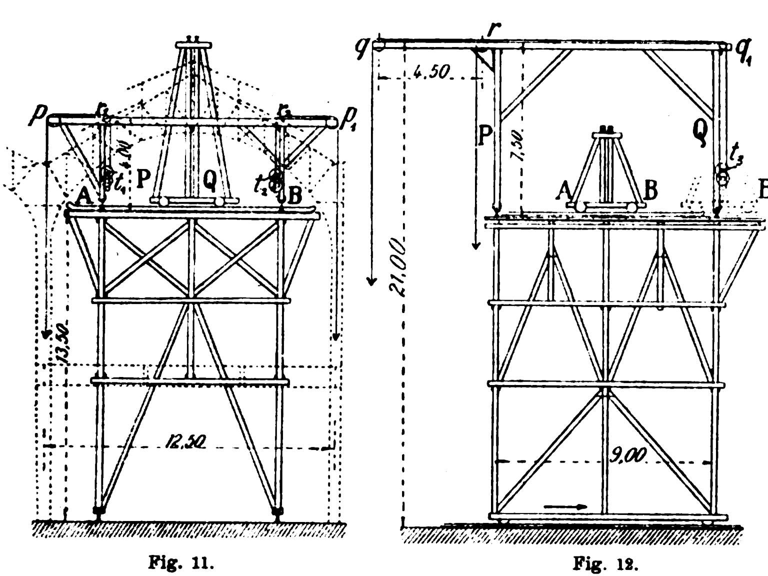


Fig. 11. Fig. 12.
Montagegerüste für die 9 und 12,5 m Galerie des Palais für chemische Industrie.

Längsverbindungen, Deckenträger und alle übrigen zum Montagefeld gehörigen Konstruktionen an ihren Ort brachten. Gewöhnliche drehbare Krane hätten diese Arbeit nicht verrichten können, weil sie mindestens 9 m Ausladung besitzen sollten und doch nicht ins nächste Gespärre hineinreichen durften. Neben der Drehachse N war daher noch eine zweite Achse L an dem Kranhebel vorhanden und diese beiden Drehvorrichtungen befanden sich auf Wagengestellen, die mit je vier gusseisernen Rillenrädern in dem Schienengeleise $n\,n$ bezw. l liefen. Der Wagen der Drehachse N liess sich mittels eines Gelenkkettenantriebes beliebig zwischen den beiden Endpunkten des Geleises $n\,n$ dieser Fahrbahn entlang bewegen; hierbei drehte sich nicht bloss der ganze Kranhebel, sondern je nach der Bewegungsrichtung des Wagens der Drehachse N machte der Wagen der Drehachse L gleichzeitig einen angemessenen Weg im Geleise l nach vorwärts oder rückwärts. Demnach beschreibt der äusserste Punkt C bezw. E des Kranenauslegers, an dem die Lasten hängen, keinen Kreisbogen, sondern einen flachen Ellipsenbogen, der in der Zeichnung bei $e\,f$ und $g\,h$ ersichtlich gemacht ist. Auf diese Weise wurde es erreicht, dass der äusserste Punkt des Arbeitsfeldes nicht 9 m, sondern bloss 7 m weit vom vordersten Rande des Montagegerüstes absteht, während nach rechts und links die grösseren Ausladungen des Kranes das Arbeitsfeld vorteilhaft verbreitern. Obwohl nun die geschilderten, ganz identisch ausgeführten zwei Krane sowohl hinsichtlich der konstruktiven Anordnung, als in der Benutzungsweise einigermassen kompliziert erscheinen, so hatten sie sich doch, nachdem erst die Arbeiter mit ihrer Handhabung genügend vertraut waren, als eine durchaus fügsame und leistungsfähige, also zweckdienliche Hebemaschine bewährt, so dass sich die Montage des gesamten Stahlgerippes des Maschinenpalais prompt und rasch abwickelte. Dieselbe wurde in der der *Avenue de la Bourdonnais* gegenüberliegenden, 12,50 m breiten Galerie (vgl. Fig. 1) begonnen, wobei zugleich die linke Hälfte der ersten 27 m breiten Halle mitmontiert wurde; hernach kam die nächste 9 m breite Galerie nebst den anstossenden beiden Hallenhälften an die Reihe, ferner die zweite 9 m breite Galerie, wieder gemeinschaftlich mit den beiden nachbarlichen Hallenhälften, und dann die letzte 9metrige Galerie zugleich mit dem Pentagon, dem Restaurationsraume und dem Loggiagang einerseits, sowie der anstossenden rechten Hälfte der letzten Längshalle andererseits. Endlich kam die vorderste Quergalerie samt den Querhallen an die Reihe und den Abschluss bildete die Montage der Eckrotunde.

Wesentlich anders ist der Weg, welchen die Bauunternehmungsfirma *Baudet, Donon und Co.* hinsichtlich des Palais der chemischen Industrien einschlug, indem sie zweierlei Montagegerüste in Verwendung brachte, von denen das eine lediglich für die 9 m und 12,5 m breiten Galerien, das andere ebenso ausschliesslich für die 27 m breiten Hallen bestimmt war. Die Hebemaschinen bestanden einfach nur aus gezimmerten Böcken, die auf der obersten Plattform des Gerüstes mobil angebracht waren, und Aufzugsrollen in genügender Zahl trugen, um die verschiedenen Konstruktionsteile an Ort und Stelle bringen zu können. Die letzteren wurden am Fussboden nur provisorisch mittels Montagebolzen so weit als nötig verbunden und erst oben, am Orte der Verwendung, definitiv vernietet.

Der Gerüstturm für die Galerien (Fig. 11 und 12) hatte eine Basis von 9 m Länge und 7,75 m Breite, sowie eine Höhe von 13,5 m; derselbe ruhte auf vier Rädern, die sich auf einem Eisenbahngeleise von 7,75 m Spurweite fortbewegen können. Das Verschieben des Gerüstes auf diesen Schienen, was natürlich immer nur nach der einen, in Fig. 12 durch einen Pfeil gekennzeichneten Richtung geschah, wurde lediglich unter Zuhilfenahme langer hölzerner Hebel bewirkt, die man gegen die Lagerbäume der Räder stemmte. In einer Höhe von 13,50 m über dem Fussboden hatte der in Rede stehende Gerüstturm einen Betriebsboden, auf welchem sich zwei Hebeböcke $A\,B$ und $P\,Q$ in zwei aufeinander senkrechten Richtungen bewegen konnten, und zwar lief der niedrige, $A\,B$, in der Längsrichtung, der höhere, $P\,Q$, in der Breiterichtung des Gerüstes mittels Rädern auf Geleisen. An dem Bocke $A\,B$ befanden sich

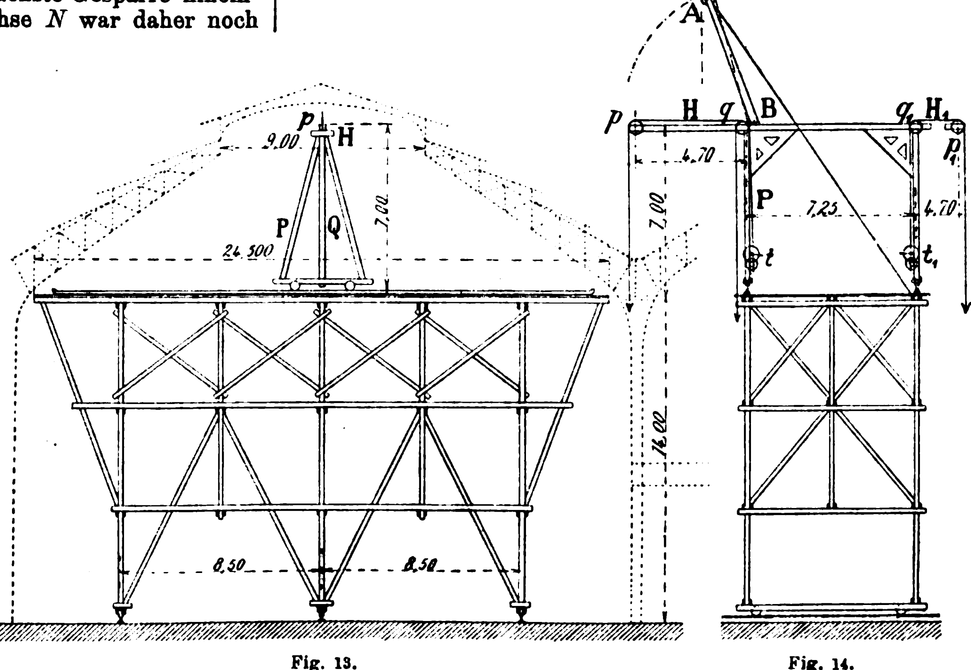


Fig. 13. Fig. 14.
Montagegerüst für die 27 m breiten Hallen des Palais für chemische Industrie.

zwei Rollen p und p_1 (Fig. 11), über welche je eine Kette lief, die nach Passierung einer Führungsrolle r_1 bezw. r_2 zur Welle einer *Bernier*'schen Winde t_1 bezw. t_2 geführt war, welch letztere mit zweierlei Geschwindigkeit und einer Tragkraft von 5000 kg arbeitete. Diese beiden Hebezeuge waren vornehmlich zum Aufrichten der Pfeiler und zum Hissen der Gespärre und der Verbindungsbogen bestimmt. Dagegen diente der höhere Bock PQ zum Heben der übrigen Konstruktionsteile, namentlich der Bestandteile der Dachstühle, der Decken u. s. w.; derselbe besass über den Rand der Gerüstplattform hinaus eine Ausladung von 4,5 m und trug daselbst die beiden Kettenrollen q und r (Fig. 10), von denen die Ketten über Leitrollen q_1 zur Winde t_3 angeschlossen waren, die ebenfalls 5000 kg Tragfähigkeit hatte.

Das zweite Montagegerüst, das für die Hallen von 27 m Spannweite bestimmt war, bestand, wie Fig. 13 und 14 zeigen, aus einem gezimmerten Holzfachwerk, das mittels sechs Rädern auf drei je 8,50 m voneinander liegenden Schienensträngen fortbewegt werden konnte. Dieses Weiterrücken geschah einfach mit Hilfe von gewöhnlichen, von Arbeitern gehandhabten eisernen Geissfüssen, die bei jedem der sechs Räder zwischen dem Spurkranze und der Schiene eingesetzt und gleichzeitig so niedergedrückt wurden, dass die Räder eine kleine Drehung machen mussten. Die Gesamtbreite der Gerüstbasis betrug 17 und die Länge desselben 7,25 m. Auf der 24,5 m breiten, 14 m über dem Fussboden liegenden Plattform, die für die Monteure als Arbeitsplatz diente, bewegte sich querüber der Hebebock PQ mit vier Rädern auf zwei Fahrschienen. Letztgenannter Hebebock trug zu oberst einen wagerechten Tragbalken HH_1, der nach vorwärts wie nach rückwärts um 4,70 m über den Rand des Gerüstes hinausragte. Auf jeden dieser Auslader waren je zwei Heberollen p und q bezw. p_1 und q_1 angebracht, die von den Winden t bezw. t_1 betrieben wurden. Selbstverständlich war jederzeit nur jener Auslader des Tragbalkens HH_1 in Verwendung, der mit Rücksicht auf den Weg, den das Gerüst verfolgen sollte, nach rückwärts lag. Um die Gespärre für die Laterne des Daches zu heben, die höher gehisst werden mussten, als die Lage der Rollen pq es ermöglichten, diente ein eigener Kipphebel AB (Fig. 12), der am einen Ende mit dem Tragbalken HH_1 durch ein starkes Gelenk verbunden und am anderen Ende mit einer Heberolle versehen war; dieser Kranhebel liess sich für jede beliebige Neigung fest einstellen. Bevor das breite Hallengerüst in Verwendung genommen werden konnte, mussten die schmalen Galerien zur rechten und linken Seite der zu montierenden Halle bereits vollständig aufgestellt sein. Für die Montage der Querhallen und der dazwischenliegenden Galeriestöcke, welche Arbeit erst nach Vollendung der drei Längshallen an die Reihe kam, erfuhr das geschilderte Gerüst insofern eine Abänderung, als an Stelle des Hebebockes PQ mit dem Tragbalken HH_1 zwei stärkere fixe Rollenböcke gesetzt worden waren, von denen jeder mit einer eigenen Winde von 5000 kg Tragkraft betrieben wurde. Mit diesen Hebezeugen konnten, indem man sie gleichzeitig benutzte, z. B. die kompletten Konstruktionen für die Galeriedächer, die etwa 5600 kg wogen, auf einmal hochgehoben werden.

Auch die zweite Art der Montage, wie sie beim Palais für die chemischen Industrien zur Anwendung kam, ist gegen die erste, beim Maschinenpalais benutzte an Präzision und Raschheit nicht zurückgeblieben, was beweist, dass sich unter Umständen mit verhältnismässig ungleichen Mitteln doch dieselben Erfolge erreichen lassen; inwieweit aber die eine oder andere der beiden Methoden auf die Festigkeitsverhältnisse der Konstruktionen des betreffenden Bauwerkes eine überwiegend vor- oder nachteilige Rückwirkung geübt haben könne, darüber sind vorläufig auch nicht die geringsten Anhaltspunkte bekannt geworden.

(Fortsetzung folgt.)

Der Einfluss des Blauwerdens und der Fällzeit auf die Festigkeit von Kiefernsplintholz.

Das Blauwerden von Nadelholz wird nach den Untersuchungen von *Hartig* hervorgerufen durch das braune Mycel des Saprophyten Ceratostoma piliferum, eines Kernpilzes, der nur an gefällten oder absterbenden Bäumen sich ansiedelt, mit seinen dunkelbraun gefärbten Pilzfäden besonders die Markstrahlen des Kiefernholzes durchwuchert und von dort auch in die Tracheïden des Holzes hineinwächst. Die Zellwände selbst werden nicht verfärbt, wohl aber ist die Anschauung allgemein verbreitet, dass Nadelholz mit blauem Splint als Nutz- und Bauholz minderwertiger ist, als solches mit unverfärbtem Splint, und nach *Hartig* ist die Schädigung des Holzes um so grösser, je länger der Pilz seine Wirkung auszuüben vermag.

An einschlägigen Versuchen, welche die Minderwertigkeit blauen Holzes darthun, fehlte es bisher; Zweifel am thatsächlichen Bestehen der Minderwertigkeit waren daher wohl berechtigt. Sie wurden erhoben, als es sich um die beabsichtigte Verwendung von Stämmen mit blauem Splint aus dem Windbruch im Februar 1894 zu Bohlenwerken handelte, und führten zu umfangreichen Untersuchungen über den Einfluss des Blauwerdens auf die Druck- und Scherfestigkeit, sowie auf das Raumgewicht, das Wasseraufnahme- und Quellvermögen des Holzes. Mit der Durchführung der Untersuchung wurde die Abteilung für Metallprüfung der mechanisch-technischen Versuchsanstalt zu Charlottenburg beauftragt. Die erzielten Ergebnisse sind vom Abteilungsvorsteher Prof. *Rudeloff* in zwei Berichten [1]) besprochen, denen nachstehendes entnommen ist.

[1]) *Mitteilungen aus den Königl. technischen Versuchsanstalten zu Berlin,* 1897 Heft 1 S. 1 bis 46, und 1899 Heft 5 S. 209 bis 239.

I. Das Versuchsmaterial.

Das Probematerial wurde in Form von 250 mm dicken Scheiben aus verschiedenen Stammhöhen entnommen und zwar:

1. Aus vier Stämmen, von denen einer, gez. 3, dem Windbruch vom Februar 1894 entstammte, und drei, gez. 1, 2 und 6, welche im März 1895 gefällt waren. Die Stämme hatten bis zur Probeentnahme (September 1895) im Walde gelagert.

2. Aus zwölf Stämmen, gez. A—M, welche für die geplanten Versuche frisch gefällt wurden.

Um an den letzteren gleichzeitig den Einfluss der Fällzeit untersuchen zu können, wurden von den zwölf Stämmen je drei am 12. September 1895, 18. Dezember 1895, 30. März 1896 und 29. Juni 1896 gefällt. Sofort nach der Fällung wurden jedem Stamm vier Scheiben in 1, 4, 8 und 12 m Stammhöhe entnommen und im ungeheizten Raum zum Trocknen aufgestellt. Die Stammreste blieben einstweilen im Walde am Standort liegen. Anfang September 1896 erfolgte die zweite Probeentnahme, umfassend je eine Scheibe in 4 m Stammhöhe, und Ende April 1897 wurden schliesslich nochmals je vier Scheiben unmittelbar über den zuerst entnommenen abgetrennt.

Bei der Besichtigung anfangs September 1896 konnte nennenswertes Blausein weder auf den mehr oder weniger mit Harz überzogenen alten Schnittflächen, noch unter der Rinde wahrgenommen werden. Die frischen Schnitte zeigten bei den Stämmen der September- und Dezemberfällung Anfänge des Blauwerdens, bei den Stämmen der März- und Junifällung waren sie völlig weiss. Innerhalb weniger Tage nach dem Abtrennen wurden sie jedoch sämtlich blau



und zwar besonders stark bei den Stämmen der September- und Märzfällung.

Hiernach scheint das Blauwerden durch den freien Zutritt der Luft schnell gefördert zu werden.

Die Zerlegung der Scheiben in einzelne Versuchsstücke erfolgte derart, dass stets möglichst viele Proben weissen und blauen Holzes erhalten wurden.

Die Druckproben, von denen ein Teil zugleich zur Bestimmung des Wasseraufnahmevermögens und des Quellens diente, erhielten Würfelform, und zwar wurden sie aus dem Splint so herausgeschnitten, dass zwei Flächen tangential zu den Jahresringen standen. Die Hirnflächen bildeten die Druckflächen.

Um den Einfluss der Wassertränkung auf die Festigkeit und die Quellung zu ermitteln, wurde ein Teil der Druckproben im wassersatten Zustande geprüft.

Bei der Durchtränkung wurden die Proben mit der einen Hirnfläche nach oben anfänglich nur so weit unter Wasser gebracht, dass sie noch 1 cm über den Wasserspiegel hervorragten und die Luft somit leicht aus dem Holz entweichen konnte. Nach 1, 3 und 21 Tagen Wasserlagerung wurde die Quellung durch wiederholtes Ausmessen mittels Schublehre und nach 1, 3, 6, 10, 14 und 21 Tagen die Wasseraufnahme durch wiederholte Gewichtsbestimmungen ermittelt.

Die allgemeine Form der Spaltproben nach *Nördlinger* zeigt Fig. 1. Die Belastung erfolgte nach Art des Zugversuches in der Weise, dass in die Einschnitte R Stahldrähte eingelegt wurden, die als Angriffspunkte der Zugkräfte dienten. Die Spaltrichtung war durch die Form der Probe gegeben; sie lag bei einem Teil der Proben tangential zu den Jahresringen, bei dem anderen senkrecht zu letzteren.

Fig. 1.
Allgemeine Form der Spaltproben nach Nördlinger.

Um die erhaltenen Bruchlasten unmittelbar miteinander vergleichen zu können, wurde bei der Bearbeitung besonders darauf gesehen, dass alle Proben möglichst gleiche Abmessungen erhielten.

Die Bestimmung des „spezifischen Trockengewichtes“ erfolgte durch die Hauptstation des forstlichen Versuchswesens zu Eberswalde unter Leitung des Forstmeisters Prof. Dr. *Schwappach* an den keilförmigen Scheibenresten, die zwischen den Druckproben gelegen waren, nach folgendem Verfahren:

„Die Holzstücke wurden zunächst im Trockenschrank bei 95 bis 100° C. etwa 4 Tage getrocknet, bis eine weitere Gewichtsabnahme nicht mehr eintrat, sondern bereits infolge der beginnenden Oxydation schon wieder eine geringfügige Gewichtszunahme zu beobachten war.

Hierauf wurden die vollkommen trockenen Stücke, nachdem sie über Schwefelsäure erkaltet waren, gewogen und mit Leinöl bestrichen.

Schliesslich erfolgte die Raummessung unter Benutzung des *Friedrich*'schen Präzisionsxylometers neuester Konstruktion.“

In der Versuchsanstalt wurde das Raumgewicht ausserdem aus den Abmessungen und Lufttrockengewichten der Druckproben ermittelt.

II. Die Versuchsergebnisse.

a) *Wasseraufnahme und Quellung.*

Der Verlauf der Wasseraufnahme, ausgedrückt als Gewichtszunahme in Prozenten des Lufttrockengewichtes, und der Quellungen in der Richtung der Wölbfläche (tangential zu den Jahresringen), des Spiegels (radial) und der Stammachse, sowie der räumlichen Quellung, ausgedrückt in Prozenten der Abmessungen im lufttrockenen Zustande, ist nach den Gesamtmitteln Tab. 1 und 2 in Fig. 2 durch Schaulinien dargestellt. In allen fünf Gruppen gelten die vollausgezogenen Linien für das weisse und die punktierten für das blaue Holz.

Aus dem Verlauf der Schaulinien folgt, dass

1. Wasseraufnahme und Quellung in der Hauptsache zu Anfang der Tränkung stattfinden, aber nach 21 Tagen noch nicht beendet waren, und dass

2. *das blaue Holz für gleiche Tränkungsdauer geringere Wasseraufnahmefähigkeit zeigte als das weisse.*

Die Lage der Schauliniengruppen B bis D zu einander bestätigt, dass

3. die Quellung tangential zu den Jahresringen erheblich grösser ist als radial, und dass sie in der Richtung der Stammachse am geringsten ist.

Die Mittelwerte für die verschiedenen Scheiben desselben Stammes (vgl. Tab. 1 und 2) zeigen ferner, dass im allgemeinen

4. die Wasseraufnahme um so grösser, die Quellung aber um so geringer war, je höher das Holz im Stamm gelegen hatte.

Das Raumgewicht nimmt ebenfalls nach dem oberen Stammende hin ab. Hiernach stehen also

5. *die Wasseraufnahme und Quellung in Beziehung zum Raumgewicht.*

Aus dem Vergleich der Einzelwerte ergibt sich, dass die Wasseraufnahme nicht nur in einer und derselben Scheibe (Höhenlage) mit steigendem Raumgewicht ab-

Tabelle 1.

Verlauf der Wasseraufnahme.

Proben aus: Stamm Nr.	Höhe im Stamm m	Raumgewicht lufttrocken g/ccm: weiss	blau	Mittlere Wasseraufnahme in Prozent des Trockengewichtes nach Tagen — Weisses Holz: 1	3	6	10	14	21	Blaues Holz: 1	3	6	10	14	21
3	V	0,53	0,53	41,4	57,5	64,9	66,9	67,3	71,9	48,5	62,9	70,5	66,9	67,3	71,9
	VII	0,53	0,52	53,5	69,0	77,5	78,9	78,9	87,4	45,7	62,7	75,5	79,4	82,7	90,5
	VIII	0,48	0,48	61,8	76,3	83,3	85,0	85,4	91,6	42,5	60,8	70,8	73,6	74,6	81,2
1	I	0,54	0,55	55,3	74,8	79,6	80,6	82,1	88,3	54,4	71,3	76,3	78,5	81,4	88,0
	V	0,50	0,48	54,7	73,1	82,6	86,6	89,5	96,7	73,2	86,3	91,2	94,4	96,2	104,9
	IX	0,46	0,48	112,7	118,6	123,4	126,7	128,9	134,9	75,6	88,3	92,9	95,6	97,6	106,6
	XIII	0,48	0,48	135,9	141,0	144,2	144,2	145,5	150,1	87,7	102,3	107,5	111,0	114,5	122,0
2	I	0,56	0,56	92,9	99,2	102,5	103,2	104,3	109,8	84,1	89,7	92,3	94,4	96,0	100,6
	III	—	0,59	—	—	—	—	—	—	46,8	54,4	59,2	64,6	67,4	69,9
	VI	—	0,53	—	—	—	—	—	—	47,6	59,5	64,1	71,2	75,7	78,8
	VIII	—	0,50	—	—	—	—	—	—	81,2	90,1	94,6	100,2	105,2	109,3
	XII	0,44	0,47	134,9	139,8	141,5	146,5	150,3	152,1	114,7	119,5	122,1	129,1	133,4	136,1
	XV	0,43	0,48	145,9	151,3	151,3	159,5	165,0	167,7	117,6	122,9	125,1	131,0	134,6	138,0
6	I	—	0,54	—	—	—	—	—	—	65,2	75,0	78,9	83,1	87,4	90,5
	V	0,49	0,51	79,2	87,8	95,6	100,9	104,3	108,8	48,7	64,0	68,8	76,0	80,8	84,3
	IX	—	0,50	—	—	—	—	—	—	87,9	95,4	98,7	106,5	111,3	114,6
	XIII	—	0,47	—	—	—	—	—	—	79,3	91,2	97,0	106,5	112,0	118,8
			Gesamtmittel	91,1	101,6	106,6	109,7	111,9	117,0	70,6	82,1	87,4	91,9	95,2	100,4

Tabelle 2.

Verlauf der Quellung.

Proben aus		Raumgewicht lufttrocken g/ccm		Quellung in Prozent der Abmessungen der lufttrockenen Proben nach Tagen																							
				Weisses Holz												Blaues Holz											
				in der Wölbfläche			im Spiegel			in der Achse			räumlich			in der Wölbfläche			im Spiegel			in der Achse			räumlich		
Stamm Nr.	Höhe im Stamm m	weiss	blau	1	3	21	1	3	21	1	3	21	1	3	21	1	3	21	1	3	21	1	3	21	1	3	21
3	V	0,53	0,53	5,1	5,1	5,4	2,6	2,6	2,6	0,5	0,5	0,3	8,4	8,4	8,6	5,7	5,7	5,5	3,6	3,4	2,8	0,2	0,4	0,4	9,7	9,7	8,9
	VII	0,51	0,52	3,9	4,3	4,2	1,6	2,2	1,9	0,5	0,6	0,6	6,0	7,2	6,8	5,4	5,4	5,2	3,1	3,0	2,7	0,5	0,6	0,6	9,0	9,0	8,7
	VIII	—	0,48	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	3,4	3,6	3,9	1,8	1,8	1,6	0,2	0,3	0,3	5,4	5,7	5,9
1	I	0,54	0,55	6,0	6,3	6,5	2,8	2,6	3,1	0,5	0,5	0,5	9,5	9,7	10,4	5,9	6,1	6,3	2,4	2,5	2,5	0,3	0,4	0,6	8,7	9,1	9,4
	V	0,50	0,48	4,9	5,4	5,5	2,3	2,3	2,1	0,1	0,3	0,4	7,3	8,1	8,3	5,4	5,6	5,7	2,3	2,6	2,5	0,1	0,3	0,4	7,9	8,6	8,9
	IX	0,46	0,48	4,4	4,7	4,6	1,8	1,9	2,1	0,3	0,7	1,0	6,4	7,3	7,5	5,6	5,6	5,6	2,2	2,4	2,5	0,3	0,4	0,4	8,3	8,5	8,8
	XIII	0,48	0,48	5,8	5,9	6,0	2,8	2,5	2,7	0,2	0,2	0,5	8,4	8,7	9,2	5,4	5,4	5,3	2,0	2,1	2,2	0,4	0,6	0,9	7,9	8,2	8,6
2	I	0,56	0,56	4,9	4,9	5,1	2,8	2,8	3,0	0,3	0,3	0,6	8,1	8,2	8,8	4,9	5,0	5,1	2,7	2,8	3,2	0,2	0,2	0,3	8,1	8,3	8,9
	III	—	0,59	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	3,7	4,3	4,8	2,1	2,4	2,8	0,3	0,3	0,8	6,2	7,1	8,4
	VI	—	0,53	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	3,7	4,0	4,5	2,2	2,4	2,7	0,3	0,5	0,8	6,5	7,0	8,1
	VIII	—	0,50	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	4,0	4,0	4,4	2,5	2,6	2,9	0,3	0,3	0,8	6,1	7,1	8,2
	XII	0,44	0,49	4,0	4,2	4,6	2,0	2,0	2,3	0,2	0,4	0,8	6,3	6,7	7,8	3,3	3,5	3,6	2,2	2,4	2,5	0,2	0,4	0,7	5,8	6,1	7,2
	XV	0,43	0,48	3,7	3,7	4,6	1,7	2,0	2,3	0,3	0,3	0,8	5,6	6,1	7,9	3,3	3,3	3,9	1,9	2,0	2,3	0,5	0,8	0,9	5,9	6,1	7,2
6	I	—	0,54	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	5,7	6,1	6,3	2,9	3,2	3,3	0,0	0,1	0,5	9,0	9,8	10,5
	V	0,49	0,51	5,2	5,4	5,8	1,9	2,5	2,5	0.4	0,8	1,0	7,5	8,9	9,6	4,2	4,7	5,2	2,1	2,6	2,7	0,4	0,5	0,8	6,8	7,9	8,9
	IX	—	0,50	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	4,4	4,7	4,9	2,0	2,1	2,3	0,6	0,8	1,1	7,1	7,7	8,7
	XIII	—	0,47	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	4,2	4,5	4,9	1,8	1,9	2,1	0,3	0,4	1,0	6,5	7,0	8,2

nimmt, sondern selbst bei Proben aus verschiedenen Stämmen zu deren Raumgewicht umgekehrt proportional war.

Die Beziehungen zwischen Quellung und Raumgewicht erklärt *Rudeloff* damit, dass die unter dem Zutritt von

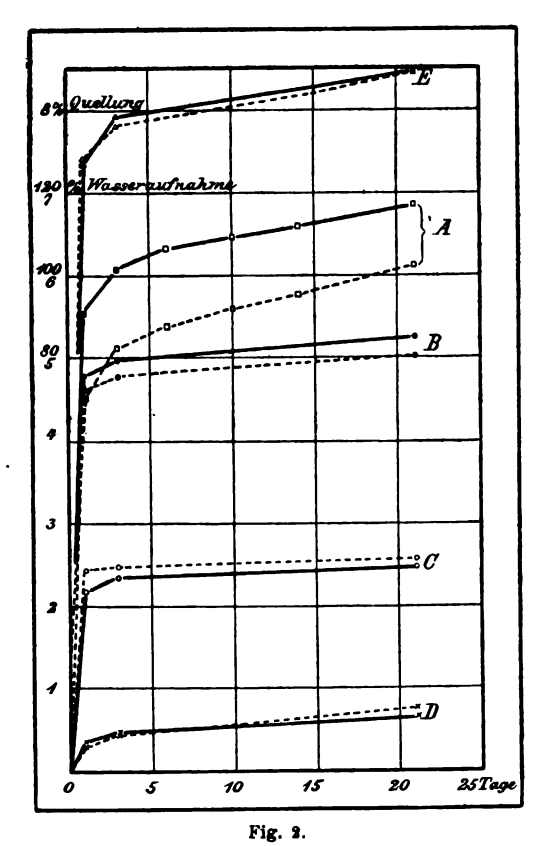


Fig. 2.

Verlauf der Wasseraufnahme und Quellung.

A Wasseraufnahme; *B* Quellung in der Wölbfläche; *C* Quellung im Spiegel; *D* Quellung in der Achse; ———— *E* räumliche Quellung.
———— weisses, – – – – – blaues Holz.

Wasser quellenden Zellwände bei dem leichteren, also lockerer gelagerten Holz im Inneren der Probe mehr Raum finden sich auszudehnen und ihre eigene Ausdehnung daher weniger auf eine Vergrösserung des gesamten Rauminhaltes der Probe hinwirkt, als bei schwererem dichterem Holz.

b) *Die Druckversuche.*

Die Endergebnisse der Druckversuche mit den lufttrockenen Proben aus den zwölf für die Untersuchung besonders gefällten Stämmen sind in Tab. 3 zusammengestellt und in Fig. 3 bis 5 zu Schaulinien aufgetragen.

Die Neigung der Linien von links nach rechts bestätigt die bekannte Erscheinung, dass

Druckfestigkeit und Raumgewicht des lufttrockenen Holzes mit zunehmender Höhenlage im Stamm abnehmen.

Die Lage der für die verschiedenen Fällzeiten geltenden Linien (Fig. 3) zu einander zeigt:

dass die Dezemberfällung das festeste und schwerste, die Septemberfällung dagegen das am wenigsten feste

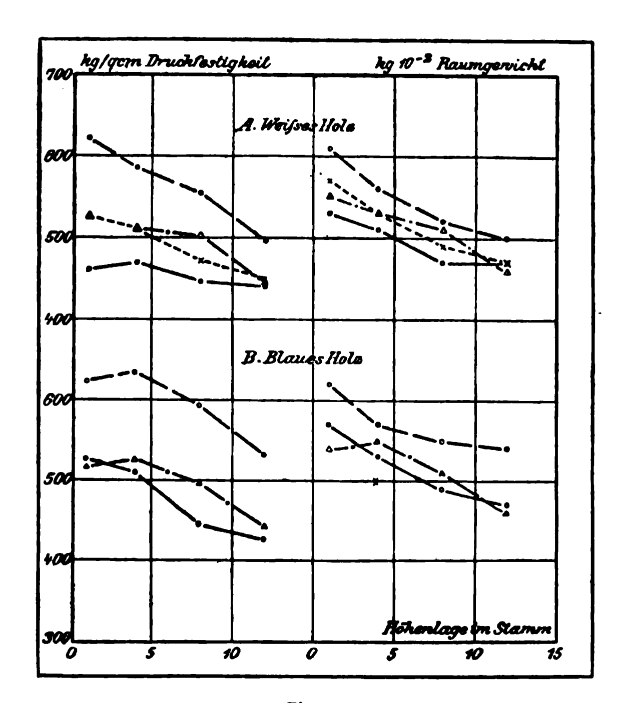


Fig. 3.

Einfluss der Fällzeit auf Druckfestigkeit und Raumgewicht bei gleicher Höhenlage im Stamm.

Fällzeiten: ●———● 12. IX.; ○— — —○ 18. XII.; ×– – – –× 30. III.; △— · —△ 29. VI.

und leichteste Holz lieferte. Zwischen beiden liegen die Festigkeiten und Gewichte der im März und Juni gefällten Stämme.

Je nach der Höhenlage im Stamm — der Unterschied nimmt nach dem oberen Stammende hin ab — beträgt die höhere Festigkeit der im Dezember gefällten Stämme 25

bis 12 % gegenüber der Septemberfällung und 15 bis 10 % gegenüber den März- und Junifällungen.

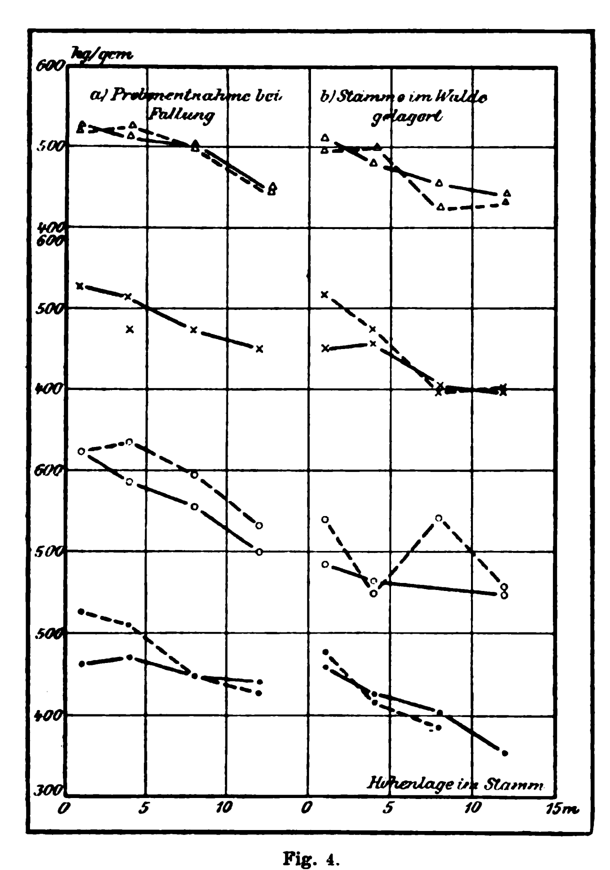


Fig. 4.

Druckfestigkeit des weissen und blauen Holzes.

——— weiss; – – – – – blau.

Fällzeiten: ● 12. IX.; ○ 18. XII.; × 30. III.; △ 29. VI.

In Fig. 4 und 5 fallen die ausgezogenen und punktierten Linien nahezu zusammen.

Hiernach haben die Druckfestigkeit und das Raumgewicht des lufttrockenen Holzes durch das Blau-

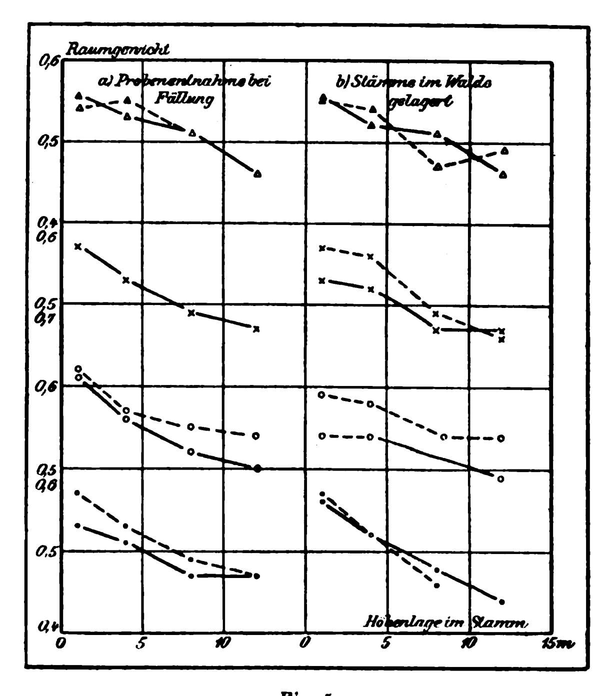


Fig. 5.

Raumgewicht des weissen und blauen Holzes.

——— weiss; – – – – – blau.

Fällzeiten: ● 12. IX.; ○ 18. XII.; × 30. III.; △ 29. VI.

werden nicht gelitten, sie scheinen eher um etwas gesteigert zu sein.

Dies gilt nach den Werten Tab. 4 und den hiernach verzeichneten Schaulinien Fig. 6 auch für die zuerst untersuchten vier Stämme, welche dem Windbruch und der Märzfällung 1895 entstammten, und zwar nicht nur für das lufttrockene, *sondern auch für das wassersatte Holz.*

Tabelle 3.

Mittelwerte aus den Druckversuchen mit den Stämmen A—M.

Zustand des Holzes	Tag der Probenentnahme	Dauer des Lagerns im Walde (Tage)	Höhenlage der Probe im Stamm (m)	A—C	D—F	G—J	K—M	A—C	D—F	G—J	K—M
			Tag der Fällung	12. IX.	18. XII.	30. III.	29. VI.	12. IX.	18. XII.	30. III.	29. VI.
				Mittel aus den Beobachtungswerten für die Druckfestigkeit				Mittel aus den Beobachtungswerten für das Raumgewicht			
Weiss	sofort nach der Fällung	0	I	461	621	528	529	0,53	0,61	0,57	0,55
			IV	470	586	512	512	0,51	0,56	0,53	0,53
			VIII	[448]	555	472	502	[0,47]	0,52	0,49	0,51
			XII	440	498	450	445	0,47	0,50	0,47	0,46
	5. IX. 96	A—C = 359 D—F = 262 G—J = 159 K—M = 68	IV	[440]	[502]	[519]	[485]	[0,51]	[0,54]	[0,53]	[0,53]
	23. IV. 97	A—C = 589 D—F = 492 G—J = 389 K—M = 298	I	459	[485]	[450]	[513]	0,56	[0,54]	[0,53]	[0,55]
			IV	426	464	454	[481]	0,52	0,54	0,52	[0,52]
			VIII	406	—	403	456	0,48	—	0,47	0,51
			XII	352	[449]	398	440	0,44	[0,49]	0,47	0,46
Blau	sofort nach der Fällung	0	I	528	624	—	519	0,57	0,62	—	0,54
			IV	510	[634]	[472]	527	0,53	[0,57]	[0,50]	0,55
			VIII	447	[593]	—	498	0,49	[0,55]	—	0,51
			XII	428	[531]	—	442	0,47	[0,54]	—	0,46
	5. IX. 96	A—C = 359 D—F = 262 G—J = 159 K—M = 68	IV	480	547	505	504	0,54	0,55	0,53	0,54
	23. IV. 97	A—C = 589 D—F = 492 G—J = 389 K—M = 298	I	479	[540]	517	495	0,57	[0,59]	0,57	0,55
			IV	416	449	[475]	500	0,52	0,58	[0,56]	0,54
			VIII	384	[541]	[397]	[423]	0,46	[0,54]	[0,49]	[0,47]
			XII	—	[457]	[401]	430	—	[0,54]	[0,46]	0,49

Tabelle 4.

Mittlere Druckfestigkeit bei verschiedener Höhenlage im Stamm.

Stamm Nr.	Material: Feuchtigkeitszustand	Material: Aussehen	Druckfestigkeit in kg/qcm, bei den folgenden Höhenlagen in m: I	III	V	VI	VII	VIII	IX	XII	XIII	XV
3	lufttrocken	weiss	—	—	492	—	472	450	—	—	—	—
		blau	—	—	540	—	463	437	—	—	—	—
	wassersatt	weiss	—	—	218	—	163	223	—	—	—	—
		blau	—	—	232	—	190	221	—	—	—	—
1	lufttrocken	weiss	—	—	452	—	—	—	424	—	421	—
		blau	494	—	481	—	—	—	447	—	422	—
	wassersatt	weiss	222	—	216	—	—	—	196	—	216	—
		blau	199	—	213	—	—	—	206	—	229	—
2	lufttrocken	weiss	531	—	—	—	—	—	—	428	—	426
		blau	549	506	—	488	—	450	—	437	—	416
	wassersatt	weiss	251	—	—	—	—	—	—	201	—	197
		blau	250	251	—	251	—	245	—	221	—	219
6	lufttrocken	weiss	542	—	440	—	—	—	—	—	—	—
		blau	524	—	490	—	—	—	431	—	419	—
	wassersatt	weiss	—	—	211	—	—	—	—	—	—	—
		blau	223	—	236	—	—	—	234	—	211	—

Die Erklärung für diese Beobachtung sucht *Rudeloff* in Folgendem. Nach seiner Ansicht hängt die Druckfestigkeit einer von Hirn aus beanspruchten Holzprobe wesentlich von dem Widerstande ab, den die einzelnen aus Herbstholz bestehenden Platten dem Zerknicken entgegensetzen. Die in Fig. 7 bis 9 wiedergegebenen mikrophotographischen Aufnahmen lassen erkennen, dass die fadenartigen Pilze in dem weitzelligen Frühjahrsholz sehr zahlreich auftreten. Sie wachsen hauptsächlich längs der Zellen in deren Lumen

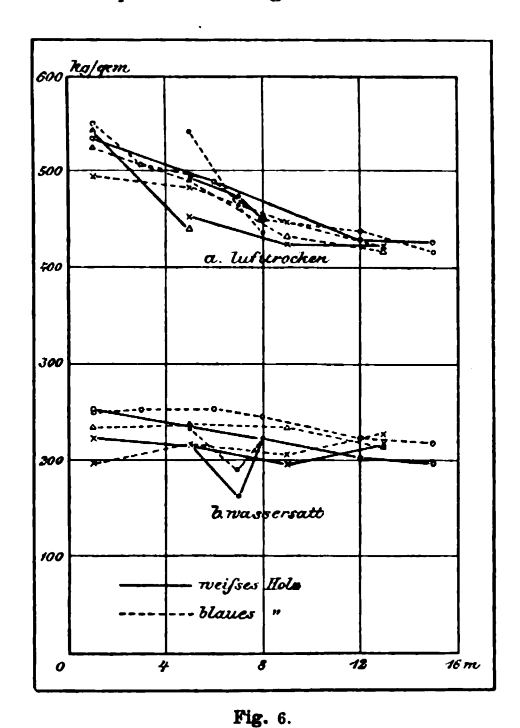


Fig. 6.

Druckfestigkeit bei verschiedener Höhenlage im Stamm.

fort, wobei sie sich eng an die Zellwand anlehnen (Fig. 9). Quer zum Stamm folgen sie vornehmlich den Markstrahlen (Fig. 7); sie durchwachsen aber auch die Zellwände der Tracheïden (Fig. 8) und zwar nicht nur an den Hoftipfelstellen. Die Bohrlöcher sind indessen ausserordentlich fein, so dass sie als Schwächung der Zellwand kaum angesehen werden können. Da sie nun ohnehin in dem die Druckbelastung aufnehmenden Herbstholz selten sind und keine Zersetzung des Holzes im Gefolge haben, so ist erklärlich, dass die Druckfestigkeit durch das Blauwerden nicht herabgemindert wird.

Das Aussehen der sofort nach dem Fällen entnommenen und unter Dach gebrachten Scheiben nach dem Trocknen deutet darauf, dass

bei trockener Aufbewahrung besonders das im September gefällte Holz zum Blauwerden neigte, während

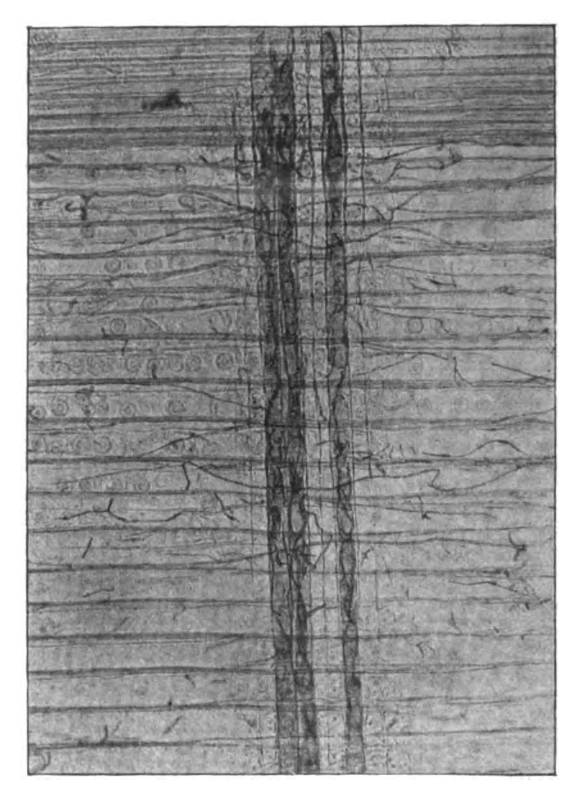


Fig. 7.

das im März gefällte Holz sich als besonders widerstandsfähig gegen Blauwerden erwies.

Der Einfluss des Lagerns im Walde auf die Druckfestigkeit des Holzes ergibt sich aus Fig. 10.

Die Neigung der Linien von links nach rechts zeigt, *dass die Druckfestigkeit des Holzes aller Fällungen durch das Lagern im Walde abgenommen hat, und zwar gleichviel, ob das Holz weiss blieb oder blau wurde.*

Nach der Lage der vier für die verschiedenen Fällzeiten geltenden Linien zu einander machte sich der Einfluss der Fällzeit bei dem weissen Holz auch nach 500tägiger



Waldlagerung noch geltend. Die Dezemberfällung zeigt nach wie vor die grösste und die Septemberfällung die geringste Druckfestigkeit. Die Unterschiede wurden aber bei längerem Lagern im Walde immer geringer.

Durch die Wassertränkung (vgl. Tab. 4 und Fig. 6) *hat die Druckfestigkeit des Splintholzes um mehr als 50 % gegenüber der Festigkeit des lufttrockenen Holzes abgenommen,* und zwar scheint der Einfluss der Feuchtigkeit bei dem weissen Holz etwas grösser zu sein als bei dem blauen.

In Fig. 6 tritt der Einfluss der Höhenlage im Stamm auf die Druckfestigkeit des lufttrockenen Holzes in der



Fig. 8.

Neigung der oberen Linien von links nach rechts deutlich zu Tage. Die unteren Linien sind dagegen wenig oder gar nicht geneigt. *Hiernach schwindet der Einfluss der Höhenlage im Stamm durch die Wassertränkung* und zugleich zeigt sich an der Konvergenz der beiden Liniengruppen, dass die Verminderung der Druckfestigkeit durch Wassertränkung mit zunehmender Höhenlage des Holzes im Stamm abnimmt.

c) *Die Spaltversuche.*

Die Ergebnisse der Spaltversuche weichen in den Einzelwerten ausserordentlich voneinander ab. Sie gestatten daher kein gleich vollkommenes Urteil über die Einflüsse der Fällzeit, des Lagerns im Walde und des Blauwerdens, wie die Ergebnisse der Druckversuche. Immerhin scheint aber aus ihnen hervorzugehen, dass

1. die Spaltfestigkeit des Holzes wie die Druckfestigkeit mit wachsender Höhenlage im Stamm abnimmt und

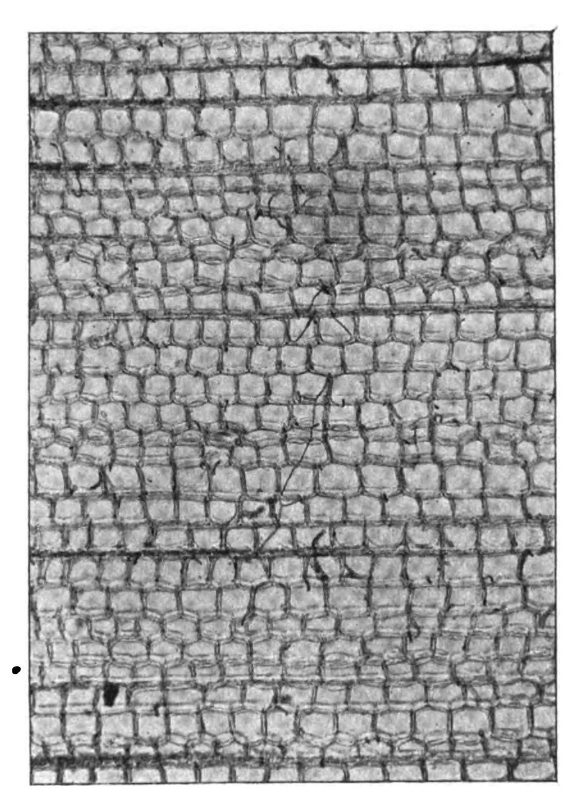


Fig. 9.

2. das Lagern der Stämme im Walde die Spaltfestigkeit vermindert und zwar bei dem weissen Holz mehr als bei dem blauen.

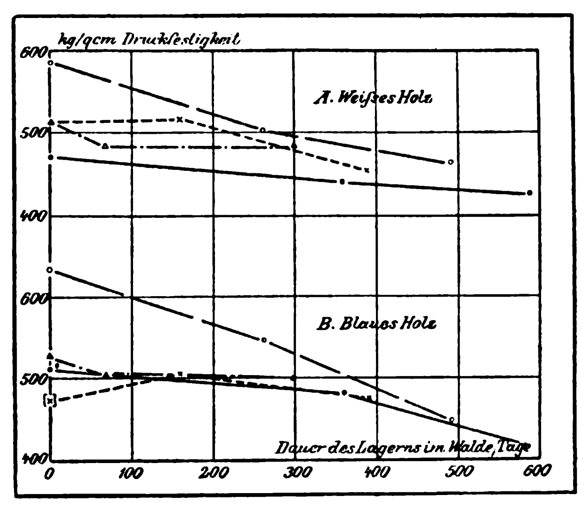


Fig. 10.

Einfluss des Lagerns im Walde auf die Druckfestigkeit.

●——● Stamm A—C; gefällt 12. IX. ○— —○ Stamm D—F; gefällt 18. XII. ×– – –× Stamm G—J; gefällt 30. III. △— · —△ Stamm K—M; gefällt 29. VI.

Mittel um die Zusammenstösse auf dem Meere zu verhüten.

Unter dieser Ueberschrift veröffentlicht Licentiat *G. Hamelin* in der *Revue universelle*, 1899 S. 423, die nachstehende kurze Rundschau über die Vorkehrungen, welche man zur Verhütung von Zusammenstössen bisher angewendet oder versucht hat, und bei dieser Gelegenheit gibt er namentlich auch eine etwas nähere Beschreibung des *Obecchioni*'schen elektrisch-selbstthätigen Warnungsbootes. Dieses Thema entbehrt ja auch nicht eines hervorragenden Interesses, sowohl vom wissenschaftlichen wie vom humanen Standpunkte aus, denn trotz der zahlreichen Sicherungsvorschläge, die zur Vorbeugung von Schiffskollisionen im Laufe der Zeiten schon gemacht worden sind und noch für die Zukunft gewärtigt werden dürfen, ist doch die Zahl derartiger Unfälle immer noch so gross,



dass sie einen traurigen Beleg für die Thatsache darstellen, wie unzureichend die bisherigen einschlägigen Hilfsmittel ihrem so überaus wichtigen Zwecke entsprechen. Man kann bei alledem nicht sagen, dass der Fehler in dem Mangel an gutem Willen der mittelbar oder unmittelbar beteiligten Kreise läge; im Gegenteil tritt hier allenthalben für die in Rede stehende Angelegenheit eine rege Teilnahme zu Tage und es darf an sich bereits als ein wertvoller Fortschritt angesehen werden, dass alle massgebenden Faktoren, nämlich die Regierungen ebenso wie die Reeder und insbesondere die Seeleute die Abhilfe lediglich mittels Vorschriften für die Schiffsbewegungen und Fahrgeschwindigkeiten als durchaus unzulänglich erkennen.

In der That besitzt diese vom internationalen Seestrassenrecht vorgeschriebene Ermässigung der Schiffsgeschwindigkeit bei Nebelwetter fragwürdigen Wert, einfach weil sie nicht befolgt wird oder kaum befolgt werden kann. Im grossen ganzen ist ja namentlich den schnellfahrenden Schiffen auf den Hauptrouten des Weltverkehrs jeder Zeitgewinn von Geldeswert, ein Umstand, der vermöge des regen Wettbewerbes zwischen den bedeutenderen Schiffahrtsgesellschaften auf einzelnen Seewegen eine geradezu krankhafte Steigerung erfährt. Aber auch sonst ist die Zahl der Kapitäne verschwindend klein, die nicht mindestens auf offenem Meere im Nebel unter Volldampf fahren, weil sie sich durchaus überzeugt halten, dass dieses Vorgehen, obwohl ungesetzlich, doch seemännisch gerechtfertigt sei. Sie begründen ihr Vorgehen mit der ausserordentlich geringen Wahrscheinlichkeit, dass sich im weiten Raume der See genau an derselben Stelle zur gleichen Sekunde zwei Fahrzeuge treffen sollten, und auf die Möglichkeit, in diesem ausserordentlichen Falle bei guter Vorwacht durch einen einzigen Ruck am Steuerruder jeder Gefahr begegnen zu können. Da die Nebel häufig nur Streifen bilden, die bei voller Fahrt möglicherweise in einer halben Stunde glücklich durchquert sind, während sich das Schiff bei verminderter Geschwindigkeit stundenlang daselbst aufhält und gefährdet, dann in anbetracht dessen, dass das Fahrzeug durch Verlangsamung der Fahrt an seiner Lenkbarkeit eine gewisse Einbusse erleidet, können sich die Kapitäne im allgemeinen nur schwer mit solchen Geschwindigkeitsbeschränkungen befreunden; das weiss einer vom andern und der einzelne mag sich daher um so weniger zur vorgeschriebenen Herabminderung der Fahrgeschwindigkeit entschliessen, als er sich hierdurch lediglich der Gefahr auszusetzen erachtet, von rückwärts überrannt zu werden. Die einheitliche obligatorische Einführung eines erprobten Sicherungssystemes, das auch den eben angedeuteten Interessen und Bedürfnissen der Navigation in keiner Weise Zwang anthut, und das natürlich in erster Linie volle Verlässlichkeit gewährleistet, wäre also dasjenige, was hinsichtlich der in Rede stehenden Gefahren der Schiffahrt die dringend gebotene Abhilfe bringen sollte.

Alles das, was auf dem Gebiete der Schiffssicherung gegen Zusammenstösse bereits angewendet oder vorgeschlagen wurde, ist in einem unlängst erschienenen, sehr lesenswerten und belehrenden Schriftchen [1]) zusammengetragen worden, aus welchem hervorgeht, dass alle wie immer gearteten Hilfsmittel der Physik, insoweit damit Fernwirkungen erzielt werden können, für die Lösung der in Betracht gezogenen Aufgabe auszunutzen versucht worden sind, und dass sich den verschiedensten optischen, akustischen, elektrischen und magnetischen Einrichtungen sogar solche zugesellten, welche für ihren Zweck Wärmeerscheinungen zu verwerten trachteten. Wie es sich übrigens sozusagen von selbst versteht, sind unter der reichen Zahl der hierher gehörigen Erfindungen und Projekte die meisten ganz unpraktisch oder mindestens für eine allgemeine Anwendung von vorhinein ungeeignet. Allein auch die althergebrachten und vielgeübten optischen Einrichtungen können bei Nebel oder dichtem Regenschauer kaum eine Gewähr bieten, weil selbst das kräftige Licht elektrischer Scheinwerfer vom schweren Seenebel auf verhältnismässig kurze Distanzen verzehrt wird. Es sind immer auch hörbare Signale, wie sie mittels Dampfsirenen, Glocken, Brüllpfeifen, Nebelhörner o. dgl. erteilt werden, zur Vervollständigung nötig, obwohl auch diese Warnungszeichen nur unzureichende Sicherheit verbürgen. Dieselben werden ja auch von den Reisenden zumeist als die Ankündigung einer direkten, subjektiven Gefahr aufgefasst und können sonach bedenkliche oder mindestens doch störende Beunruhigungen an Bord erregen, weshalb sie die Kapitäne a priori nur äusserst ungern in Anwendung bringen. Abgesehen von der Unmöglichkeit oder vielmehr Unzuträglichkeit, das hörbare Signal beispielsweise auf einem Passagierdampfer im Fahrwasser eines besonders stark befahrenen, also auch besonders gefährlichen Seeweges während jeder dunklen Nacht oder jeder die Aussicht hemmenden Witterung ununterbrochen ertönen zu lassen, sind ja auch diese Art von Signalen nur unter ausnahmsweise günstigen Umständen auf grössere Distanzen wahrnehmbar. Durch Gegenwind und Sturm wird eben auch die Fernwirkung des hörbaren Signals in ungünstigem Masse herabgemindert; ein schwerer wiegender Uebelstand ist es jedoch, dass sie infolge der Einwirkung der Winde, welche die Schallwellen vertragen, oder wegen der Ungleichheit der Fortpflanzungsfähigkeit der umliegenden Luftschichten hinsichtlich der Beurteilung ihrer Ausgangsstelle zu gefährlichen Täuschungen führen können. Es ist eine aus den Erfahrungen der Seeleute von jeher ganz ausser Zweifel stehende Thatsache, dass der Ort, von dem ein hörbares Signal eintrifft, in den allerseltensten Fällen richtig bestimmt werden kann, wenn die Beobachtung nicht durch den Augenschein bezw. durch ein sichtbares Signal unterstützt und berichtigt wird. Um trotz dieser Schwierigkeiten wenigstens die Entfernung zwischen der signalgebenden und der signalempfangenden Stelle einigermassen zutreffend bestimmen zu können, sind mehrfache Methoden angegeben worden, worunter namentlich eine von *Emil Lacoine* erdachte Feststellungsweise, welche auf die Differenz zwischen der Fortpflanzungsgeschwindigkeit des Schalles im Wasser und in der Luft aufgebaut ist, als sehr sinnreich gelten darf. Auch *Léon de Somzée* machte bereits im Jahre 1887 einen ähnlichen Vorschlag, dem jedoch lediglich die Fortpflanzung des Schalles in der Luft zu Grunde liegt. Dass es aber wenig Erfolg verspricht, im Falle einer Gefahr sich über die Art und das Mass derselben erst durch Rechnungen oder Nachschlagungen in Tabellen unterrichten zu müssen, wird jeder praktische Seemann ohne weiteres zugeben.

In dem weiter oben erwähnten Schriftchen geben die Autoren der Ueberzeugung Ausdruck, dass wohl nur durch Heranziehung der Elektrizität eine zureichend fernwirkende Zeichengebung und sonach eine angemessen verlässliche Abhilfe geschaffen werden könne. Diese Meinung stimmt ihrer Wesenheit nach auch mit der unseren überein, nur sehen wir uns genötigt, gleich hier die Bemerkung beizufügen, dass etwas wirklich Entsprechendes bis jetzt auch unter den elektrischen Sicherungssystemen nicht erreicht worden zu sein scheint.

Nach dem neuen Projekte der *Gebrüder de Somzée* soll jedes Schiff mit zwei ins Meer reichenden grossen Kupfer- oder Zinkblechelektroden ausgerüstet sein, zwischen denen ein Zeichensender und eine Induktionsmaschine eingeschaltet sind, die unausgesetzt Ströme in das Meerwasser entsenden. Ein zweites Paar ähnlicher Elektrodenplatten sollte hingegen mit einem Empfangsapparat in Verbindung stehen, der gegen die Stromsendungen des eigenen Schiffes unempfindlich gemacht ist. Nähern sich zwei in gleicher Art eingerichtete Schiffe, so erfolgt durch die im Meerwasser weitergeleiteten Teilströme ein Ansprechen der beiderseitigen Empfangsapparate und es könnte sich nunmehr zwischen den beiden sich einander nähernden Schiffen mittels passender Anwendung ihrer Sender allenfalls selbst ein regelrechter telegraphischer Verkehr abwickeln lassen. Die genannten Erfinder hatten als Empfänger Galvanoskope in Aussicht genommen, weil dieses Instrument durch die Grösse seines Nadelausschlages ein gewisses Urteil — freilich nur ein sehr unzulängliches — über die Entfernung des gegnerischen Schiffes zu fassen erlaubt. Dieser Einrichtung haften aber drei wesentliche Misstände an, denn erstens müssen sehr kräftige Ströme entsendet werden, die zweitens doch nur schwache Wirkungen ausüben, also nur

[1]) *„Etude sur les moyens de prévenir les collisions en mer“* von *Léon* und *Cosme de Somzée,* 1899.

auf kurze Entfernungen ihre Aufgabe zu erfüllen vermögen, und drittens einen Zeichengeber erregen sollten, der eine stetige Beobachtung beansprucht, also sozusagen fortlaufend die Fürsorge eines eigenen Beamten erfordert. Seit der überraschend glänzenden Entwickelung der drahtlosen Telegraphie sind natürlich alle Projekte nach dem *de Somzée*schen oder ähnlichen Prinzipe vollständig überholt und gegenstandslos geworden, denn es würde hinreichen, einen *Marconi*'schen Apparatsatz mit einem selbstthätigen, etwa durch ein Treibgewicht bewegten Sender zu versehen, der in der Zeit, wo das Schiff der Sicherung bedarf, stetig elektrische Wellen abschickt, die auf den Empfangsapparaten der sich nähernden Fahrzeuge Punkte oder Striche hervorrufen würden, welche als Aufforderung zur Durchführung eines klarstellenden telegraphischen Depeschenwechsels zwischen den beiden Schiffen zu gelten hätte. Alle diese elektrischen Einrichtungen und eben auch die zuletzt erwähnte, allerjüngste, besitzen aber den Uebelstand, dass sie allerdings mit grösserer oder geringerer Verlässlichkeit Warnungszeichen erteilen, sind hingegen um nichts besser, als die primitivsten akustischen Signale unter den ungünstigsten Verhältnissen keine sichere Auskunft darüber erteilen, in welcher Entfernung und in welcher Richtung sich das Schiff befindet, von dem die Warnungszeichen ausgehen.

Wenigstens der letztgedachten Misslichkeit hat der italienische Marineingenieur *Russo d'Asar* zu begegnen verstanden, indem er die *Marconi*'schen Apparate durch telephonische Vorrichtungen vervollständigt, um das Geräusch, das ein Fahrzeug durch seine Bewegungen im Wasser hervorbringt, schon auf eine sehr grosse Entfernung, nämlich bis auf 80 km, wahrnehmbar zu machen. Zu dem Ende ist ein eigentümlicher Schallempfänger längs der beiden Schiffswände ins Wasser getaucht, von dem die genannten Geräusche durch ein Hörrohr an die Kommandobrücke und hier zu einem Mikrophon gebracht werden, das die Schallwirkung verstärkt und an den Anzeigeapparat abgibt, der unterscheiden lässt, aus welcher der vier Hauptrichtungen der Windrose das Geräusch bezw. das dasselbe hervorrufende Schiff sich befindet. Durch die *Marconi*'schen Apparate kann nunmehr zwischen den beiden Schiffen ein Nachrichtenaustausch eingeleitet werden. Bei der *d'Asar*'schen Einrichtung lässt sich auch für einen durch längere Uebung mit dem Abhorchen besonders vertrauten Beobachter auf Grund der Intensität der einlangenden Geräusche auf die Entfernung des schallerregenden Schiffes schliessen, allein ohne zureichende Sicherheit, da diese Tonstärke ja auch durch manche andere Nebenumstände, namentlich aber durch die Grösse und das Gewicht des Schiffes, durch den Winkel, in welchem die Schallwellen eintreffen, und schliesslich durch die mehr oder minder gute Konstruktion und richtige Einstellung der Empfangsapparate u. s. w. beeinflusst ist. Auf die Möglichkeit der Durchführung eines elektrisch-telegraphischen Nachrichtenaustausches darf unseres Erachtens weitaus nicht der Wert gelegt werden, den alle Erfinder darauf gelegt wissen wollen, denn gerade für die Abwendung von Zusammenstössen lässt sich von dem sonst gewiss sehr wertvollen modernsten Hilfsmittel der Schiffahrt kein rechter Erfolg erwarten, weil die im Wege des Wechselgespräches gegenseitig mitteilbaren Nachrichten über Richtung und Entfernung höchstens nur für die sich im Kielwasser kreuzenden, in den seltensten Fällen aber für die sich im Bug kreuzenden und also allein gefährdeten Fahrzeuge eine *rechtzeitige* Aufklärung ermöglichen.

Auf ganz anderen Prinzipien als die obigen elektrischen Schiffssicherungseinrichtungen beruht die Konstruktion des bereits eingangs erwähnten *Obecchioni*'schen elektrisch-selbstthätigen Warnungsbootes, das seitens des diesjährigen, in *Rochelle* stattgefundenen Schiffahrts- und Bergungskongresses mit dem grossen Ehrendiplom ausgezeichnet worden ist. Das Vorbild für die prinzipielle Anordnung dieses Bootes entstammt dem Kreise jener Schaltiere, die ein so geringes Sehvermögen besitzen, dass sie sich auf ihren Wegen und Fahrten fortwährend gefährden müssten, wären sie nicht mit vorgestreckten, mehr oder minder langen, sehr empfindlichen Fühlern versehen, die ihnen den fehlenden Sinn ersetzen. In verwandter Weise soll das Warnungsboot die Rolle des warnenden Fühlers für das zugehörige Schiff durchführen. Die Priorität dieser Idee besitzt übrigens nicht *Obecchioni*, sondern *Syllwaschy* und *Glaser*, denen bereits 1884 ein Warnungsboot patentiert worden ist, das die Form eines Fisches hatte, mittels Pressluft bewegt und wie ein Torpedo durch eine Röhre vom Bord des Schiffes ins Wasser gelassen werden sollte. Dieses Fahrzeug sollte ferner dem Schiffe, mit dem es durch ein Seil und einer darin eingeflochtenen elektrischen Drahtleitung verbunden war, dauernd eine bestimmte Distanz vorausfahren und mit Hilfe der elektrischen Leitung am Schiffe ein Läutezeichen hervorbringen, sobald sich der Fahrt ein Hindernis entgegenstellte. Ganz übereinstimmend ist auch die von *Obecchioni* getroffene Lösung, lediglich mit dem Unterschiede, dass für sein Warnungsboot kein Lancierrohr erforderlich ist, denn dass es mit dem Schiffe nicht mit einem, sondern mit zwei Seilen in Verbindung steht, und endlich, dass es nicht durch Pressluft, sondern durch Elektrizität bewegt wird. Dieses Warnungsboot, dessen Querschnitt Fig. 1 ersichtlich macht, wird am Schiffsbug wie ein gewöhnliches Boot ins Wasser gelassen und in seiner Auslaufsrichtung, d. i. im Kurse des Schiffes, von den zwei Tauen bestimmt, von denen je eines auf jeder Bordseite des Schiffes über eine Trommel gewunden ist, von der es sich nach Massgabe der Bootsgeschwindigkeit abwickelt, bis die Entfernung zwischen Schiff und Boot 300 bis 500 m beträgt. In jedem der beiden Taue sind zwei isolierte Kupferleitungen eingearbeitet und zwar eine stärkere für die elektrische Kraftübertragung und eine ganz schwache für die Warnungseinrichtung. Die Enden der beiden starken Drähte sind am Schiffe zu den Polen einer Generatordynamomaschine, jene der beiden schwachen Drähte zu einer galvanischen Batterie und einem elektromagnetischen Läutewerk angeschlossen. Im Hohlraume des Bootes, das eigentlich mehr den Namen einer fahrenden Boje als den eines Bootes verdient, insofern es luft- und wasserdicht umschlossen ist und die Gestalt eines vorn wie rückwärts durch einen Kegel verlängerten Cylinders besitzt, befinden sich zehn kleine, in der Zeichnung nicht dargestellte Elektromotoren von je 1 PS, die gemeinsam die doppelte Schiffsschraube HH_1 antreiben; ausserdem ist daselbst und zwar im vorderen Kegel auch die Auslösevorrichtung untergebracht. Von den zehn Elektromotoren, die auf eine gemeinsame Ankerachse einwirken, hat jeder derselben nur eine einfache Ankerwickelung, hingegen zwei im entgegengesetzten Sinne angeordnete Magnetwickelungen. Die mit dem Generator des Schiffes durch die in den Tauen befindliche Starkstromleitung in Verbindung gebrachten Elektromotoren drehen sich, je nachdem die Reihe der einen oder der anderen Magnetwickelungen eingeschaltet ist, von links nach rechts oder von rechts nach links. Durch die Bewegungsrichtung der Elektromotoren wird natürlich auch die Umdrehungsrichtung der Flügelschrauben HH_1, d. h. die Fahrtrichtung des Avisobootes bestimmt. Der aus 5 mm starkem Aluminiumblech hergestellte Körper des Bootes besitzt im Querschnitte des Rumpfes 0,5 m Durchmesser und eine Gesamtlänge von 7 m, wovon 1 m auf den vorderen Kegel und 2 m auf den rückwärtigen entfallen. Den Hauptteil der im vorderen Kegel befindlichen Auslösevorrichtung bildet die gabelförmig gespaltene Stange T,

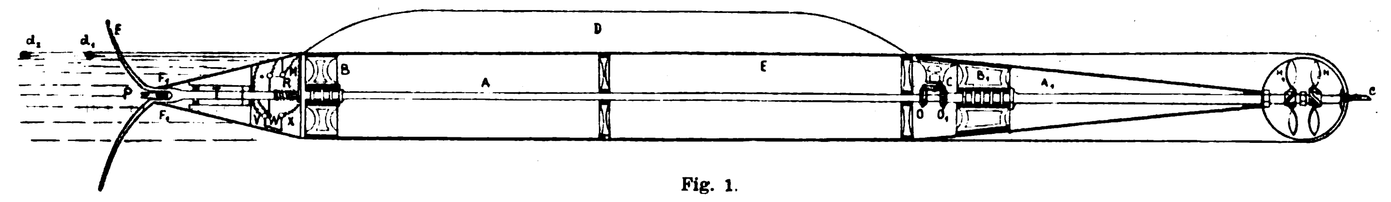


Fig. 1.

welche in Lagern ruht und ihrer Längenachse nach ein Stück gegen rechts verschoben werden kann, für gewöhnlich aber durch die Feder *R* nach links gedrückt und in der gezeichneten Lage festgehalten wird. Gerät nun das Warnungsboot mit der einen oder der anderen Zinke an ein Hindernis, so erfolgt eine Verschiebung der Stange *T* nach rechts, wodurch der Kurbelarm eines Stromschliessers der Schwachstromleitung bei *M* in die Kontaktstellung und ebenso der Hebel eines Umschalters *W* der Starkstromleitung aus der Lage *V* in die Lage *X* gelangt. Zufolge dieser Schaltungen ist für das erste das Alarmläutewerk

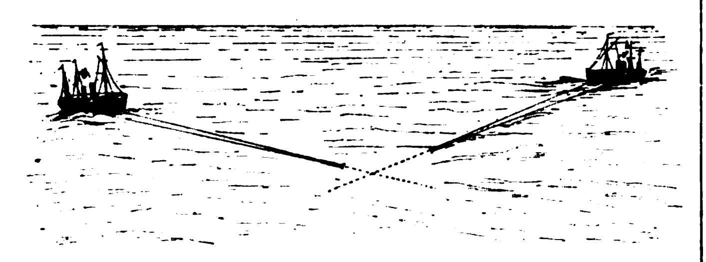


Fig. 2.

am zugehörigen Schiffe in Thätigkeit geraten und gleichzeitig die Bewegungsrichtung der Elektromotoren bezw. der Schraubenantrieb umgesteuert worden. Das Boot fährt mithin nach rückwärts, bis die Wirkung des Hindernisses auf die Stange *T* aufhört, und die letztere durch die Kraft der Feder *R* in ihre Normallage zurückkehrt, wobei die Alarmleitung wieder unterbrochen und die Bewegungsrichtung des Bootes neuerlich umgesteuert wird. Ist inzwischen das Hindernis noch nicht beseitigt, so erfolgt natürlich der soeben geschilderte Vorgang nochmals und das Schiff hat nun die geeigneten Massnahmen zu treffen, um der angekündigten Gefahr auszuweichen. Wenn sich der Weg zweier mit derartigen Warnungsbooten ausgerüsteter Schiffe kreuzt, wie es Fig. 2 zeigt, so werden die vorauslaufenden Boote unbedingt entweder unmittelbar aufeinander stossen, oder es wird eines von ihnen an die Verbindungstaue des anderen geraten; im letztgedachten Falle wird nämlich die Gabel *F* (Fig. 1) die Taue d_1 d_2 des gegnerischen Schiffes erfassen und bis in den Winkel *P* herabdrücken, worauf dann durch den gegen *T* geübten Widerstand die Auslösung herbeigeführt wird. So oder so wird immer die Alarmierung wenigstens eines der beiden gefährdeten Schiffe erfolgen und sonach einem Zusammenstosse vorgebeugt werden können. Hinsichtlich des in Rede stehenden Warnungsbootes bleibt nur noch anzuführen, dass es durch eine längs seines Scheitels angebrachte, aus dünnerem Aluminiumblech hohl ausgeführte, aufrecht stehende Flosse in seiner Schwimmlage bestimmt und also verhindert ist, sich zu drehen. Im Innenraume dieser Flosse verlaufen die Leitungstaue und von hier aus sind dann die Zuleitungsdrähte in den Hohlraum des Rumpfes geführt. Zum Antriebe des Bootes steht eine Doppelschraube in Verwendung, die aus einer rechten Schraube H_1 und einer Kontraschraube *H* gebildet wird. Diese beiden Schrauben wirken aber immer im gleichen Sinne, weil sie stets ungleiche Bewegungsrichtungen besitzen. Es ist dies dadurch erreicht, dass die rechte Schraube H_1 auf der hohlen Achse A_1, die Kontraschraube *H* hingegen auf der vollen Achse *A* sitzt. Von der gemeinsamen Elektromotorenachse überträgt sich nämlich die Kraft auf ein Kegelrad *C*, in welches einerseits das auf *A* sitzende Kegelrad *O* und andererseits das auf A_1 festgekeilte Kegelrad O_1 eingreift. Die beiden Achsen werden sonach, mag sich *C* nach der einen oder anderen Richtung drehen, immer in verschiedener Richtung angetrieben. Alles in allem hat also das *Obecchioni*'sche Warnungsboot nicht nur die Form, sondern auch die wesentlichsten Einrichtungen eines *Whitcheard*'schen Torpedos; das Gewicht des Bootes beträgt 1200 kg, wovon beiläufig 900 für die Elektromotoren, 200 für den Körper und 100 kg für die Schraube und die Auslösungsvorrichtung zu rechnen sind. Selbstverständlich soll von dem Warnungsboote nur bei schwerem Nebel oder auch bei Nacht auf ganz besonders stark befahrenen, also in hervorragendem Masse gefährdeten Seewegen Gebrauch gemacht werden.

Bücherschau.

Mitteilungen aus dem Maschinenlaboratorium der königl. Technischen Hochschule zu Berlin. Herausgegeben zur Jahrhundertfeier der Hochschule von Professor *E. Josse*, Vorsteher des Maschinenlaboratoriums. München und Leipzig. Druck und Verlag von R. Oldenbourg 1899. Heft I: 78 Seiten mit 73 Textfiguren und 2 Tafeln. Heft II: 49 Seiten mit 39 Textfiguren.

Der Verfasser hat sich der dankenswerten Aufgabe unterzogen, die Einrichtungen und Ziele des Berliner Maschinenbaulaboratoriums, dessen Leitung in seinen Händen liegt, weiteren Kreisen zugänglich zu machen und wendet sich im Vorworte speziell an diejenigen, die an den Bestrebungen der Hochschule und an dem Fortschreiten der technischen Wissenschaften ein Interesse nehmen. In der Einleitung gedenkt der Verfasser mit Recht des grossen Verdienstes des Geh. Regierungsrats *Riedler* um das technische Unterrichtswesen, die massgebenden Kreise von der Notwendigkeit der Maschinenlaboratorien überzeugt zu haben. Der Inhalt des I. Heftes zergliedert sich in folgende Abteilungen:

Gebäulichkeiten, Dampfkesselanlage und Versuchseinrichtungen im Kesselhaus, Disposition der Maschinen und Anordnung der Rohrleitungen, Dampfmaschinen (5 grössere, mehrere kleinere Dampfmaschinen und Dampfpumpen), Hydraulische Maschinen, Pneumatische Maschinen, Die elektrischen Einrichtungen des Maschinenlaboratoriums, Kraftübertragungen, Untersuchung fremder, zeitweise überlassener Maschinen, Laboratoriumsbetrieb.

Von besonderem Werte sowohl für den Fachmann, wie auch für die weiteren Kreise aller derjenigen, die an der Entwickelung des frisch emporblühenden Zweiges der Naturwissenschaften, der Makrophysik, Interesse nehmen, sind die im zweiten Hefte niedergelegten Versuchsergebnisse und Feststellungen, denen in den folgenden Heften sich eine Reihe weiterer anschliessen soll. Die Versuche zur Erhöhung des thermischen Wirkungsgrades der Dampfmaschinen sind vorerst in einem vorläufigen Berichte zusammengefasst; dann folgen Mitteilungen über Versuche mit rasch laufenden Pumpen, mit rasch laufenden Kompressoren (mit „rückläufigen" Druckventilen) und Versuche mit Mammutpumpen.

Um sich bei der Beschreibung kurz fassen zu können, ist die bildliche Darstellung in ausgiebiger Weise zu Hilfe genommen worden. Die Zeichnungen lassen an Deutlichkeit nichts zu wünschen übrig, die Ausstattung des Werkes ist eine vortreffliche.

Zum Wesen der Erfindung. Von *E. Rasch*, Oberingenieur am Bayerischen Gewerbemuseum in Nürnberg; zugleich Nr. 324 der *R. Wirchow*'schen Sammlung gemeinverständlicher wissenschaftlicher Vorträge. 43 S. Hamburg. Verlagsanstalt und Druckerei A.-G. (vorm. J. F. Richter) 1899.

Diese interessant und frisch geschriebene Broschüre gehört zu jenem neuen Seitenstrom der technischen Litteratur, der als Philosophie der Technik bezeichnet werden kann und dem immer steigenden Bedürfnisse zu entsprechen sucht, die gesellschaftliche Funktion des technischen Berufes von verschiedenen Seiten zu beleuchten. Indem man zu dieser Frage von verschiedenen Seiten her gelangt, betrachtet man sie auch gewöhnlich nicht in ihrem vollen Umfange, sondern mehr die einzelnen Seiten derselben. Verfasser richtet sein Augenmerk mehr auf die Entstehung der neuen technischen Leistungen und berührt nur nebenbei die Frage von dem Wesen der Technik allgemein. Eine nähere Besprechung soll unter unserer Rubrik „Allgemeine Fragen der Technik" am geeigneten Ort erfolgen. Hier soll nur auf die Schrift die Aufmerksamkeit der Interessenten geleitet werden.

Arnold Bergsträsser Verlagsbuchhandlung (A. Kröner) Stuttgart.
Druck der Union Deutsche Verlagsgesellschaft ebendaselbst.

DINGLERS
POLYTECHNISCHES JOURNAL.

81. Jahrg., Bd. 315, Heft 8. Stuttgart, 24. Februar 1900.

Jährlich 52 Hefte in Quart. **Abonnementspreis** vierteljährlich 6 M., direkt franko unter Kreuzband für Deutschland und Oesterreich 6 M. 65 Pf., für das Ausland 7 M. 30 Pf. Redaktionelle Sendungen und Mitteilungen bittet man zu richten: An die Redaktion von „Dinglers Polytechn. Journal" in Stuttgart, die Expedition betreffende Schreiben an Arnold Bergsträsser Verlagsbuchhandlung (A. Kröner) Stuttgart.



Bericht über verschiedene Bauausführungen der Pariser Weltausstellung.

(Fortsetzung von S. 101 d. Bd.)

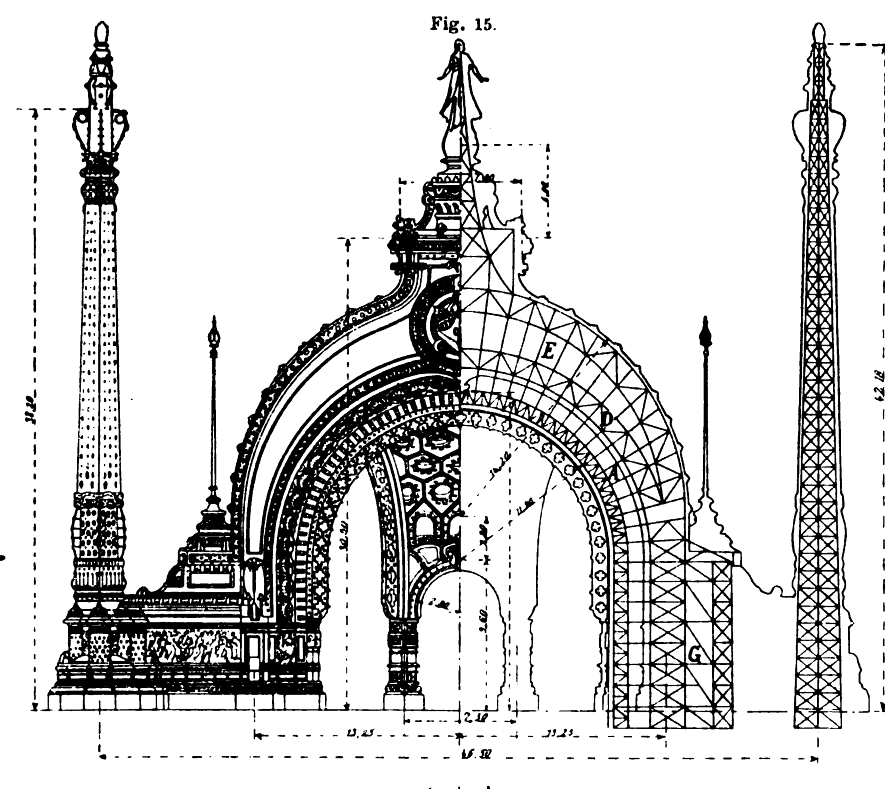
II. Der Haupteingang am Concordiaplatz.

Als es sich darum handelte, für einen monumentalen Haupteingang der diesjährigen Pariser Weltausstellung einen geeigneten Aufstellungspunkt auszumitteln, hatten sich die massgebenden Stimmen bald dahin geeinigt, dass in dieser Richtung lediglich der Concordiaplatz in Aussicht genommen werden könne. In der That hat man diesem eigenartigen, ebenso interessanten als imposanten Bauwerke seinen Platz am Ausgange des *Quai de la Conférence* angewiesen, also an einer Stelle, die, bezogen auf die Lage des territorialen Ausstellungsgebietes, dem Inneren der Stadt zunächst liegt, zugleich aber auch eines der bedeutendsten und geräumigsten Verkehrszentren bildet, wo zahlreiche Stadtbahnstrecken, Omnibusrouten und Dampfschifflinien ihre Endstationen oder Haltepunkte haben und ein ganzes Spinnennetz von breiten Strassen auch den Fuhrwerken und Fussgängern leichten Zugang gewährt. Es war zuförderst die Aufgabe des in Rede stehenden Monumentaleinganges, einen Masseneintritt des Publikums zu ermöglichen, dergestalt, dass Stauungen und Stockungen im Strome der Besucher, wie sie beispielsweise an den Thoren der Ausstellung von 1889 in einzelnen Stunden besonders lebhaften Andranges leider wiederholt zu beklagen waren, diesmal unbedingt nicht vorkommen können. Nebst der Erfüllung dieses praktischen Zweckes soll aber die Eintrittspforte am Concordiaplatze zugleich als vorgeschobenes Wahrzeichen der Grösse und des Reichtums der „Säkularausstellung" dienen und demgemäss nicht nur seinen Abmessungen, sondern auch seiner künstlerischen Durchführung nach ganz *Aussergewöhnliches* darbieten. Das Projekt des zur Ausführung gelangten, derzeit in Vollendung begriffenen, monumentalen Hauptthores der Ausstellung stammt vom Architekten *Binet*, der in Gemeinschaft mit *Deglane* auch im Wettbewerbe für das *„Grand Palais des Champ Élysées"* einen Entwurf eingebracht hat, dem der zweite Preis zuerkannt worden ist. Das Gesamtbild des Eingangsthores (Fig. 15) umfasst in seinen äussersten Ausdehnungen die Breite von 52 und eine Höhe von 43 m; die Hauptfigur des Grundrisses (Fig. 16) bildet ein gleichseitiges Dreieck mit stumpf abgeschnittenen Ecken. Die durch die Abschnitte entstehenden sechs Punkte sind durch Strebepfeiler unterstützt und mittels dreier halbkreisförmiger Bogen A von je 20 m Spannweite verbunden. Der eine dieser Bogen liegt in der Fassade gegen den Concordiaplatz und bildet den eigentlichen *allgemeinen* Eingang; nach Passierung dieses Bogens und der Halle gelangen dann die Eingetretenen durch die Bogen rechts und links zu den fächerartig angelegten Einzeleingängen i (Fig. 16), wo die Billetkontrolle stattfindet und erst der endgültige Uebertritt in das Ausstellungsgebiet gewonnen wird. Auf den drei Hauptbogen A erhebt sich ein Kuppelbau, der in den beiden vorderen Ecken zwischen den Tragsäulen nach abwärts als einspringende, von Wänden abgeschlossene Nischen n ausgebildet ist, während die rückwärtige, in die Mittelachse des Grundrisses fallende Ecke durch einen halbkreisförmigen Bogen von 3,65 m Radius überspannt wird und auf diese Weise, wie Fig. 15 ersehen lässt, einen dritten Austritt in das Ausstellungsterritorium frei lässt. Dieses mit dem Namen *„Entrée des Souverains"* belegte, schmälere Mittelthor wird ausschliesslich für die Benutzung durch hohe offizielle Persönlichkeiten vorbehalten sein und erhält ein kunstvolles, mit prächtigen Emailmalereien ausgestattetes Échevius-Gitter als Abschluss. In der Front des allgemeinen Haupteinganges ist der Thorbogen noch durch mehrere andere überbaut und zu einem rahmenartigen Portikus verbunden, der in seinem Scheitel mit einer schmalen Attika abgekrönt wird. An den Strebepfeilern dieses Thorbogens sind zur Rechten und Linken noch reichgegliederte Ausweitungen w (Fig. 16) angeschlossen, an deren Enden sich zwei Minarets m erheben.

Was die Ausführungsweise anbelangt, so besteht das Bauwerk im wesentlichen aus einem eisernen Fachwerkgerippe, das teils auf oder in solidem Trassmauerwerk fundiert ist, teilweise in den untersten Teilen aber auch mit Bruchsteinen im Kalkmörtel ummauert wurde. Die weitere Fertigstellung geschah nur mittels Holzverschalungen und darüber befestigte Stuckabdeckungen oder aufgesetztes Zierwerk aus anderem Material. Von vorhinein war ja die Tendenz massgebend gewesen, den Bau so leicht als möglich herzustellen und derart auszugestalten, dass Licht und Luft auf allen Seiten ungehemmtesten Zutritt finden, und dass die Ausstellungsbesucher beim Benutzen des Einganges gar nicht den Eindruck haben sollten, in ein geschlossenes Gebäude zu treten.

Eine Hauptschwierigkeit in der konstruktiven Lösung des Eisengerippes lag in der Herstellung einer genau halbkugelförmigen Kuppel auf den drei grossen Rundbogen A oder vielmehr in der Ausführung der drei Kalottenzwickel bis zur Scheitelhöhe der ebengenannten drei Hauptbogen. Letztere bestehen aus Fachwerk, das aus gitterartig verbundenen Winkelblechen hergestellt ist; ihre Widerlager, d. h. die sechs Strebepfeiler, sind aus rechteckigem, stärkerem Fachwerk hergestellt. Der Achsenabstand zweier Pfeiler desselben Bogens beträgt 20,16 m; derjenige der beiden Pfeiler zweier aneinander stossender Bogen 7,20 m. Die drei Hauptbogen sind, wie es Fig. 16 bis 18 ersehen lassen, paarweise durch eine Reihe von doppelt gekrümmten Fachwerksbogen verbunden, die den Kern des Pendentifs bilden. Die Scheitelhöhe der fünften dieser Zwischenbogen B erreicht diejenige der Hauptbogen A und es konnte nun mittels der zwischen den Bogen A und B in die Zwickeln eingelegten sechs Bogen C ein zwölfeckiges Kranzwiderlager gewonnen werden, auf dem sich der weitere Ausbau der Kuppel durch sechs Gespärre oder vielmehr durch zwölf Halbgespärre d (Fig. 16), die im Scheitel der Kalotte durch einen Kranz k zusammengehalten werden, in gewöhnlicher Weise durchführen liess. Der letzterwähnte Kranz im Mittelpunkte der Kuppel hat einen Durchmesser von 3 m und wurde offen gelassen. Das Eisengerippe der Hauptfassade, von der die Fig. 19 einen horizontalen, am Gewölbsanlauf durchgelegten Querschnitt wiedergibt, be-

steht zuförderst aus dem zur Kuppel gehörigen Hauptbogen A (Fig. 15, 16 und 19), dann aus einem weiter vorgeschobenen Bogen D von 10,12 m Halbmesser und einem



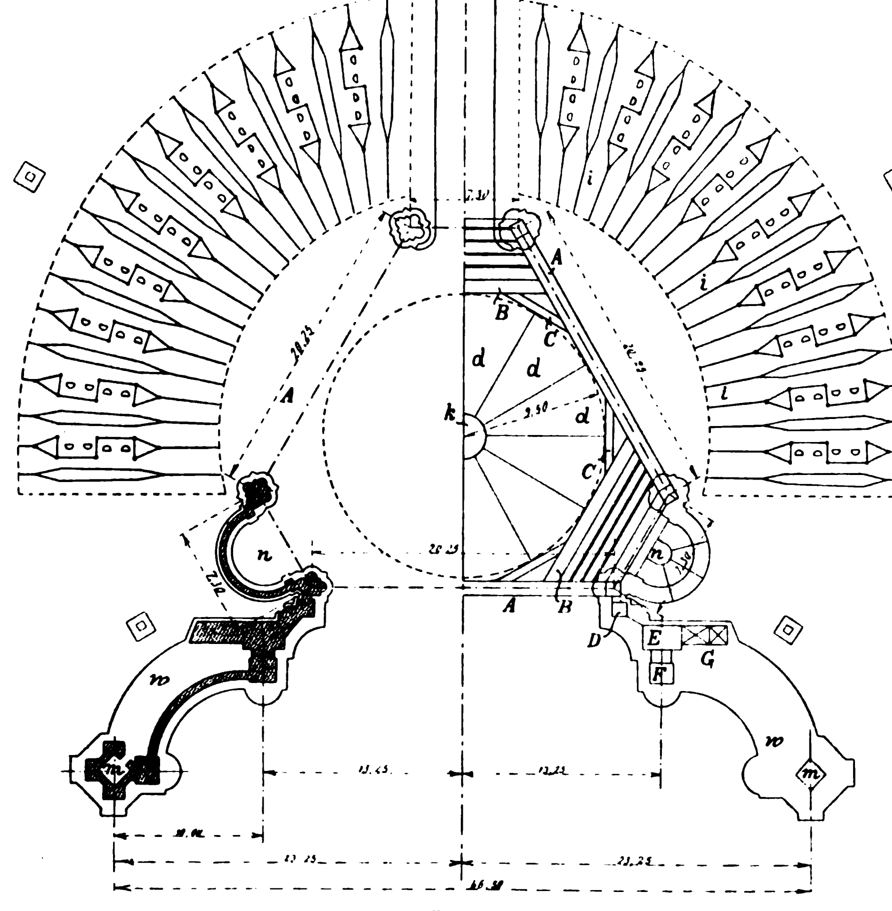


Fig. 16.

Ausstellungseingang am Concordiaplatz.
Fig. 15. Ansicht und Vertikalschnitt. Fig. 16. Grundriss.

dritten noch grösseren vorgeschobenen Bogen E, der einen inneren Radius von 12,24 m besitzt. Auch diese Bogen bestehen in den Hauptkonturen aus Winkeleisen, die durch ein einfaches Netzwerk von Streben, Stützen und Bändern versteift sind; alle drei Bogen stehen ausserdem auch untereinander durch ein System von Streben und Ankern s (Fig. 19) in fester Verbindung. Durch die Abstufungen, welche die drei hintereinander stehenden, ungleich grossen Bogen gegenseitig bilden, und durch den Umstand, dass der äussere Rand des Frontbogens seinen Anlauf höher hat, als der innere, infolgedessen ersterer exzentrisch liegt und sonach ein Giebelfeld von beträchtlichen Abmessungen entstehen lässt, sind eine Reihe besonderer Vorteile für die kräftige Gliederung des Portals geschaffen; dieselben boten zur Verzierung der Fassade reichliche, wertvolle Gelegenheit, die, wie Fig. 15 deutlich zeigt, thatsächlich in überlegter, glänzender Weise ausgenutzt worden ist. Beiläufig 8 m vor dem Frontbogen erheben sich rechts und links die mit ersterem durch die bereits erwähnten Brüstungen mit bogenförmigem Grundriss verbundenen Minarets, deren Eisengerippe aus einem pyramidenförmig ansteigenden Fachwerk quadratischen Querschnittes besteht; ihre Höhe beträgt, von der Gleiche des Grundmauerwerkes an gerechnet bis zu den Knäufen, in welchen elektrische Scheinwerfer aufgestellt sein werden, 43,20 m und ihre Breite an der Basis 2,05 m. In den Flanken des Frontbogens sind endlich auch noch rechts und links je eine breite Bylone G (Fig. 15, 16 u. 19) errichtet, die auf einem stuckverkleideten Sockel einen mastartigen Bogenlampenkandelaber von 20,55 m Höhe trägt. Aehnliche Kandelaber sind noch ihrer sechs symmetrisch um den Thorbau herum aufgestellt; ihre Schäfte haben quadratischen Querschnitt und zu unterst 0,80 m und zu oberst 0,30 m Breite. Die Abmessungen und Materialstärken für diese Eisenkonstruktionen, deren Detailentwurf gleichwie ihre Ausführung der technischen Bauunternehmung *Gebrüder Ducros* übertragen war, sind natürlich derart berechnet worden, dass sie einerseits dem Winddrucke, andererseits dem Eigengewichte, mehr dem Gewichte der Holzverschalung, der Stuckverkleidung und des sonstigen Zierwerks mit durchaus genügender Sicherheit standzuhalten vermögen. Ganz besonders haben die Wirkungen des Windes strengere Berücksichtigung finden müssen als sonst, da ja das Bauwerk nicht nur eine aussergewöhnlich grosse, vielfach gebrochene Oberfläche aufweist, sondern auch von allen Seiten offen ist und auf einem vollständig ungeschützten, freien Platze steht.

Die Montage des gesamten Eisengerippes, das ein Gewicht von ungefähr 200 t besitzt, ist von seinen vorgenannten Konstrukteuren mit einer beispiellosen Raschheit und den einfachsten Hilfsmitteln durchgeführt worden. Dieselben hatten dabei von der Benutzung von Baugerüsten Abstand genommen, weil derartige Vorkehrungen in Anbetracht der bedeutenden Ausdehnung des Objektes mit allzu grossen Kosten verknüpft gewesen wären. So montierte man die beiden Minarets lediglich mit Hilfe eines zweiarmigen Kranes, dessen 11 m langer Wagebalken aus U-Eisen und einem leichten Sprengwerke bestand und sich in seiner Längenmitte um eine wagerechte Achse drehen liess, die mit ihrer Lagerung immer an dem jeweilig fertigen Teil des Pyramidenfachwerkes mittels

Klemmbacken und Schraubenbügeln festgemacht wurde. Auf dem zum Tragen bestimmten Arm des Kranes war ein Flaschenzug angebracht, mit dem man unter Beihilfe einer am Erdboden aufgestellten Winde die Konstruktionsteile hochzog; sodann wurde der Wagebalken so weit gekippt, bis die Last senkrecht über ihre Verwendungsstelle zu hängen kam, worauf man den Flaschenzug wieder so weit nachliess, bis das Werkstück an seinen Platz gelangte. In dieser Weise ist die Aufstellung des Eisengerippes bis zur Höhe von 42 m anstandslos durchgeführt worden; die Vernietung der Teile untereinander geschah unter Anwendung von Schwebegerüsten.

Ebenso ist die Kuppel ohne eigentliches Baugerüst montiert worden; ein in Fig. 20 schematisch dargestelltes Gerüst, das innerhalb des in Fig. 16 durch den gestrichelten Kreis gekennzeichneten zentralen Raumes aus Holzfachwerk errichtet war, diente lediglich als Betriebsboden und trug eine karussellartig angeordnete Hebevorrichtung, mit deren Hilfe alle Konstruktionsteile an Ort und Stelle gebracht worden sind, die ausserhalb des vorerwähnten Kreises zu versetzen waren. Man hatte für diese Vorrichtung genau im Mittelpunkte der Kuppel und des in Rede stehenden Gerüstes einen Fichtenmast M (Fig. 20) aufgestellt, dessen Wipfel etwa 19 m hoch über den Erdboden in das Niveau des Betriebsbodens $B\,B$ emporragte und eine Rolle R trug, die sich auch um ihre senkrechte Achse drehen liess. Der mit zwei Rädern P_1 auf dem einen geschlossenen Kreis bildenden Schienenstrang $s_1\,s_1$ laufende Bock $D\,D$, von dem die Hebevorrichtung getragen wurde, bestand aus zwei 25 m hohen, sich gegeneinander neigenden und durch Querriegel versteiften Holzsäulen und das Hebezeug selber war aus einem in seiner Längsmitte an D befestigten, mit einem Sprengwerke $n_1\,n_2$ versteiften, 12 m langen Tragbalken T und einem mit dem zweibeinigen Bocke D fest verbundenen Gerüstfeld G hergestellt, welch letzteres gleichfalls aus Holzfachwerk bestand und mit zwei knapp aneinander befindlichen Rädern P_2 auf dem eine Kreislinie bildenden Schienenstrang $s_2\,s_2$ sich bewegen konnte. Das ganze Hebezeug liess sich also in einem Kreise verrücken, dessen Mittelpunkt der Mast M bildete, wozu allerdings mit Rücksicht auf die in Fig. 20 gewählte Darstellung zu bemerken bleibt, dass der in dieser Zeichnung ersichtlich gemachte oberste Gerüstteil Q, der über den Betriebsboden $B\,B$ emporragt, erst später behufs Montage der Kalottengespärre aufgestellt wurde, nachdem die äusseren Teile bereits fertig montiert waren und das hierdurch überflüssig gewordene bewegliche Hebezeug $D\,T\,G$ beseitigt war. Auf dem nach aussen liegenden Arm des Tragbalkens T liess sich der an einem Fahrstuhl aufgehängte Flaschenzug Z an jedem beliebigen Punkte feststellen; von demselben ging das Drahtseil S über eine Leitrolle R_1 und die Hauptrolle R zur Winde W. Der Balken T bestand aus zwei I-Eisen von 220 mm Breite und 110 mm Höhe, und einem flach dazwischen liegenden H-Eisen von 220 mm Breite und 65 mm Höhe, welche drei Lamellen übereinander durch Bolzen zusammengeklemmt waren; für das zur Versteifung dienende Sprengwerk $n_1\,n_2$ hatte man lediglich vier Bänder aus Flacheisen in Verwendung gebracht. Mit diesem Hebezeug wurden die sechs Tragsäulen, dann die drei grossen Kuppelbogen, sowie die drei Pendentifs montiert, worunter es unteilbare Konstruktionsteile gab, die bis 5 t Gewicht besassen. Was die Errichtung des Frontbogens anbelangt, so wurden zuförderst die beiden Widerlagspfeiler desselben, von denen jeder 7 t wiegt, gleichfalls mittels des obengeschilderten Hebezeuges (Fig. 20) aufgestellt; zur Montage des Bogenkranzes, der ein Gewicht von 57 t besitzt, musste jedoch eine eigene, übrigens sehr einfache Hebevorrichtung improvisiert werden. Dieselbe bestand aus einem eisernen Bocke, der auf dem obersten Gerüstabsatz Q des Betriebsgerüstes (Fig. 20) derart angebracht wurde, dass sein Scheitel 30 m über den Erdboden zu liegen kam. Ferner wurden unmittelbar vor dem Kranzbogen in der Mittelachse desselben gleichfalls ein Bock aus zwei Mastbäumen hergestellt, die durch Streben versichert und untereinander durch Querhölzer und Windschliessen versteift waren. Ueber diese beiden Böcke, nämlich den ebengeschilderten vor dem Kranze und den früher angeführten im Mittelpunkte der Kuppel, legte man einen wagerechten eisernen Tragbalken, auf dem der zum Heben erforderliche, an einem Fahrstuhl hängende Flaschenzug seinen Platz erhielt. In der Aufstellung der Winde war dabei keine Aenderung nötig, weil die Leitrolle R (Fig. 20) ihre Lage in der senkrechten Mittelachse der Rotunde beibehalten konnte und nur um das Mass des Gerüstes Q und des darauf angebrachten Bockes höher gelegt wurde. Nach Beseitigung der Hebevorrichtung des Frontbogens hatte man späterhin, nachdem das Portalgerippe, sowie die Kuppel bis zum Kalottenkranze fertig montiert war, den obersten Abschluss des Frontbogens und sein Krönungsgerippe mit Hilfe eines gewöhnlichen, fixen

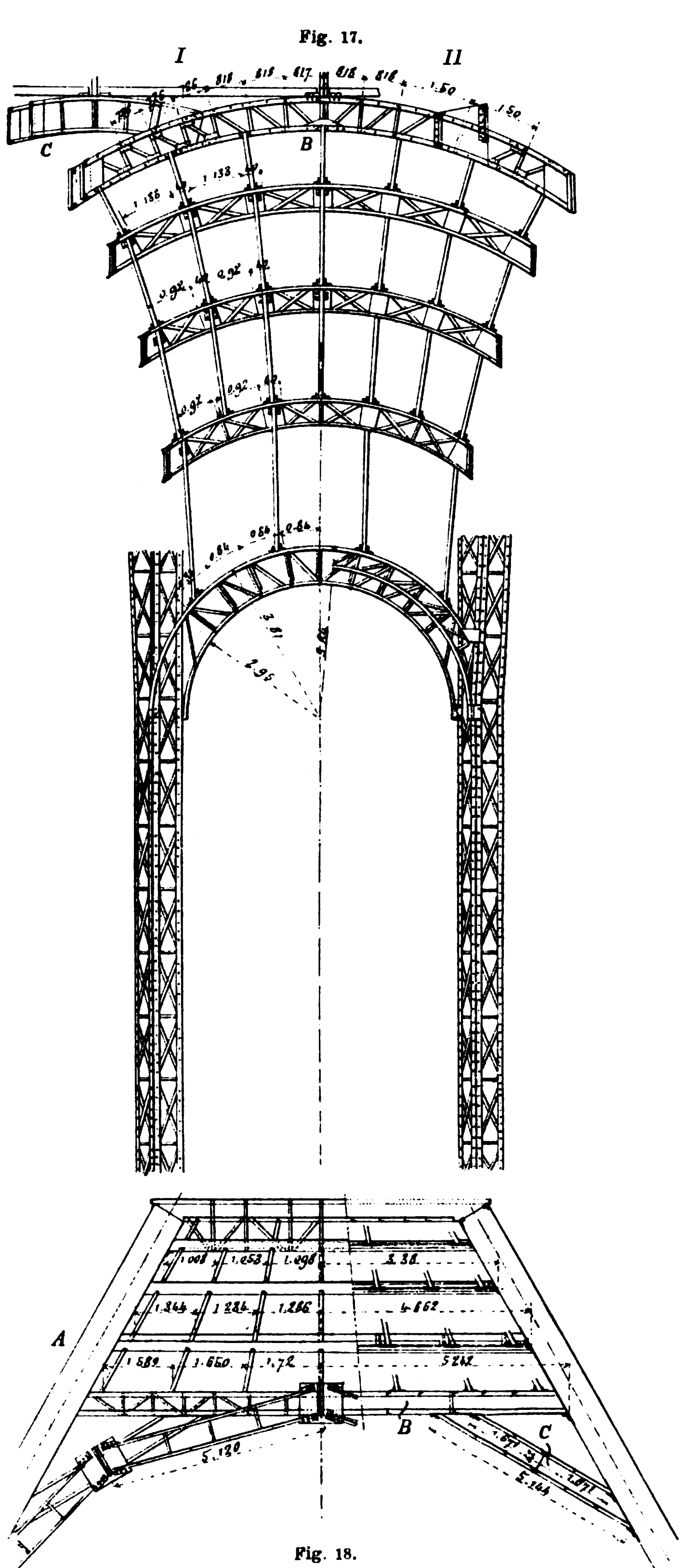


Fig. 17. Aufriss der Pendentifkonstruktion *I* von aussen, *II* von innen.
Fig. 18. Grundriss der Pendentifkonstruktion.

Kranes in der Anordnung eines gewöhnlichen Dreifusses, der, an Ort und Stelle gebracht, auf den bereits fertig genieteten Teil des Gerippes der Kuppel aufgestellt wurde.

Wie bereits früher einmal angedeutet worden ist, bildet die Grundrisseinteilung, welche man für die eigentlichen Eingänge an der Innenseite des Kuppelbaues gewählt hatte, eine der interessantesten und scharfsinnigsten Lösungen, die der Entwurf des Bauwerkes aufweist und die eben erst das Kunstwerk seinem realen Zweck gerecht werden lässt. So gross verhältnismässig der zur Verfügung stehende

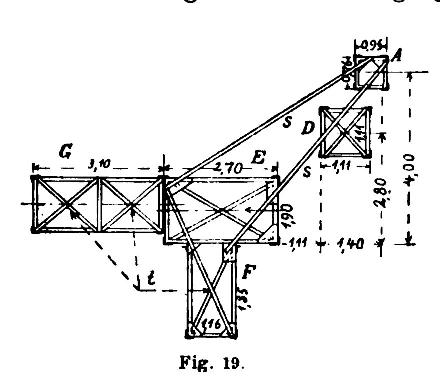


Fig. 19.
Horizontaler Querschnitt des linksseitigen Thorrahmens am Gewölbsanlauf.

Raum auch ist, wäre er doch nicht genügend gewesen mit den gewählten Kreisausschnitten *i i i*... (Fig. 16) auszulangen, wenn man die Gangwände einfach hätte radial anordnen und die Kontrolle an die Eingänge verlegen wollen. Sollten hierbei die fächerartig aneinander gereihten Durchgänge Abmessungen erhalten, die gemäss der im Jahre 1889 bei der Pariser Ausstellung gemachten Erhebungen und Erfahrungen erforderlich sind, um 1000 Personen in der Stunde ungestörten Zutritt zu gewähren, so wäre es in der That schwer gewesen, viel mehr als 20 Eingänge unterzubringen, d. h. einen Einlass von 20000 Besuchern stündlich zu ermöglichen, während diesmal nahezu ein doppelt so grosser Andrang in Rechnung zu ziehen kam. Die normale Hauptursache für die Verzögerung im Zuströmen der Besucher liegt lediglich in der notwendigen Billetkontrolle, und in Erwägung dieses Umstandes hat der Konstrukteur *Binet* jedem Eingange zwei Kontrollstellen zu-

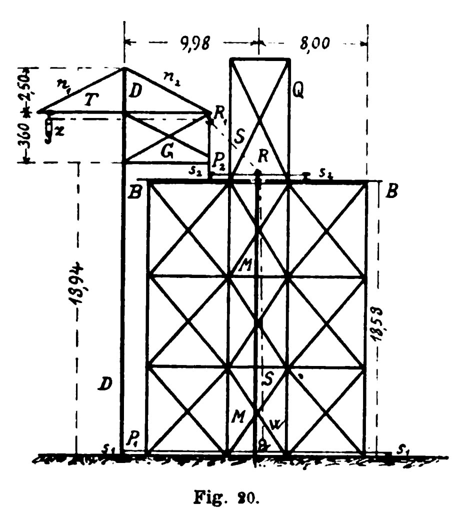


Fig. 20.
Schematische Darstellung des Montagegerüstes.

geteilt, so dass hierdurch die Wahrscheinlichkeit von Stauungen a priori ums Doppelte herabgemindert wird. Dadurch, dass diese Kontrollstellen für je zwei nachbarliche Gänge hintereinander angebracht sind, liess sich ferner die Zahl der Passagen auf je 18 zu jeder Seite, zusammen also auf 36 vermehren. Diese äusserst günstige Ausnutzung des Raumes stellt es ausser Frage, dass die sämtlichen Eintrittsgänge im stande sind, in der Stunde einer Menge von 4000 Besuchern anstandslosen Durchgang zu gewähren. Im wesentlichen bestehen diese 36 Eingänge ihrer baulichen Ausführung nach aus Holz oder aus Holz und Eisen, und nur die 5 m langen und 1,15 m breiten Buden der Billeteure sind aus Mauerwerk hergestellt. Sowohl die inneren als äusseren Abgrenzungen der Eingänge werden durch Friese von 1,30 m Höhe umsäumt, die aus Stuck gebildet und mit Gesimsen und Füllungen, sowie mit farbigen Gläsern verziert sind; auch trägt er eine Anzahl von Flaggenmasten, an denen Fahnen in den Farben aller auf der Ausstellung vertretenen Länder gehisst sein werden.

Auch das Eisengerüst des Monumentalthores ist unter dem verschiedensten, originellsten Zierwerk vollständig verborgen und der hier aufgewendete seltene Reichtum an Schmuck darf wohl als einzig in seiner Art bezeichnet werden. Der Schöpfer dieses Bauwerkes, der sich seinerzeit durch seine zahlreichen aus Spanien, Aegypten und Italien mitgebrachten Aquarelle einen Namen gemacht hat, war offenbar bestrebt, eine Reminiscenz der von ihm besuchten und so eingehend studierten, sonnigen Länder zu schaffen, wobei er aber die Töne und Linien seines Entwurfes so weit harmonisch und ausgeglichen zu wählen trachtete, dass sie vom nord- und westländischen Beschauer, der bescheidenere Farben und Formen gewöhnt ist, nicht zu grell empfunden werden. Der Eindruck der üppig, aber fein gegliederten, einem Spitzengewebe ähnlichen Stuckverkleidung, die das Eisengerippe und die Holzverschalung maskiert, wird noch vielfach durch Einsätze aus farbigem oder irisierendem Glase erhöht. Eine zahllose Menge solcher farbiger Gläser, gleich Edelsteinen eines Goldschmuckes von Rahmen oder Rosetten umgeben, werden elektrisches Licht ausstrahlen, und wieder andere werden dieses Licht reflektieren. Ueberhaupt wird bei Dunkelheit das ganze mächtige Bauwerk durch elektrische Scheinwerfer so beleuchtet sein, dass selbst die kleinsten künstlerischen Einzelheiten zur Geltung kommen. Sämtliche Umrisslinien der Fassaden und der Innenkuppel werden durch Vergoldung markiert sein; im übrigen sind die herrschenden Farben auf der Aussenseite das Kobaltblau und im Inneren das Gold. Was das Blau betrifft, so erfährt es durch die verteilten andersfarbigen Glaseinsätze angenehme Abwechselung; im allgemeinen wird diese Färbelung aber von dem Sockel des Bauwerkes aus bis zu den höchsten Abkrönungen verlaufend immer lichter gehalten. Ebenso schwächt sich an den Schäften der beiden Minarets vom Sockel aus gegen die Spitze der kobaltblaue Grundton stetig ab; zwischendrein sind die Pyramidenflächen von Goldstreifen (zebraartig) überquert und namentlich sind die obersten Knäufe zunächst den Scheinwerfern breit vergoldet. Im Inneren der Kuppel werden die Gesimse der Bogen, die kassettierten Wölbungen und die beiden Nischen *n* (Fig. 16) neben dem Hauptbogen, sowie die Krone, welche sich über den Ausschnitt der Kalotte erhebt, vollständig vergoldet. In den ebenerwähnten Nischen werden zwei 6 m hohe Statuen, nämlich von *Joudet* modellierte, allegorische Darstellungen der Elektrizität Aufstellung finden. Einen ähnlichen plastischen Schmuck erhält das Giebelfeld der Frontfassade, wo über der Attika des vordersten Bogens eine 7 m hohe weibliche Figur, „*die ihre Gäste begrüssende Stadt Paris*“ darstellend, den Abschluss bilden wird. Interessant und vom künstlerischen Standpunkte aus vielleicht auch einigermassen gewagt, darf es gelten, dass dieses vom Bildhauer *Moreau-Vauthier* ausgeführte Werk mit den alten Traditionen vollständig bricht. Der Künstler stellt nämlich die allegorische Figur der Weltstadt nicht als Heroine im hergebrachten Peplum dar, sondern als Dame der Jetztzeit im modernsten Haar- und Kleiderschmucke.

Die ausgeschweiften Flügel, welche sich zu beiden Seiten der Vorderfront bis an die Minarets vorschieben, sind aus Kalksteinmauerwerk hergestellt und 7 m hoch; auch sie erhalten eine Ausstattung von aussergewöhnlichem Reize und hohem Interesse. In den 9,50 m langen Friesen dieser Flügel werden, 4 m über dem Boden, 2 m hohe Reliefs (vgl. Fig. 15) aus goldgelbem Sandstein eingesetzt, welche von *Guillot* entworfen worden sind, während ihre Ausführung *Emil Müller* übernommen hat. Diese Reliefs werden realistische Ausstellungsscenen darstellen, nämlich Arbeitergestalten, die die verschiedensten Erzeugnisse der Industrie und Kunst an Ort und Stelle schaffen oder in Betrieb nehmen; ihr Wert wird auf 250000 Fr. geschätzt. Unter den Friesen gliedern sich noch eine Reihe Füllungen an,



die ebenfalls mit aus goldgelbem Sandstein gehauenen Reliefs, Tiergruppen darstellend, ausgefüllt werden.

Alles das Geschilderte zusammengefasst, darf von vorhinein die Zweckmässigkeit und das Imponierende des Ausstellungshaupteinganges am Concordiaplatze ganz ausser Frage gestellt erscheinen, was jedoch die rein künstlerische Beurteilung des Baues anbelangt, so werden die Meinungen in dieser Richtung möglicherweise auseinander gehen. In der Zeichnung ist die architektonische Durchführung allerdings ausserordentlich ansprechend, ja geradezu bewunderungswürdig, hierdurch erscheint jedoch in Anbetracht der ganz eigenartigen Ausgestaltung des Bauwerkes eine gleichwertige Wirkung für die Wirklichkeit noch keineswegs gesichert. Wenn man den modernen Figurenschmuck, die überreiche, krause Ornamentik, die Anwendung von Gold, Farben und Glas u. s. w. in Ueberlegung zieht, drängt sich unwillkürlich der Gedanke an das französische Sprüchwort auf, dass es vom Erhabenen zum Lächerlichen oft nur eines Schrittes bedarf. Wenn es dem Architekten *Binet* geglückt ist, die richtige Grenze zu treffen, dann hat er in der That einen ebenso originellen als schönen, rühmenswerten Monumentalbau geschaffen. (Schluss folgt.)

Variable Uebersetzungen für Fahrräder in hygienischer und technischer Beleuchtung.

Von Ingenier **A. Hoelken** in Charlottenburg und Dr. **Paul Richter** in Berlin.

Unter den Erfindungen unseres „*im Zeichen des Verkehrs*“ stehenden Zeitalters nehmen diejenigen keinen untergeordneten Rang ein, welche sich auf Verbesserungen an den Mitteln zur schnellen Fortbewegung von einem Platz zum anderen beziehen, und unter den letzteren ist es das *Fahrrad*, welches sich im letzten Jahrzehnt — seit Erfindung der Pneumatikreifen — eine vorher *ungeahnte Verbreitung* geschaffen hat, indem kein Transportmittel so zur bequemen und unabhängigen schnellen Fortbewegung des *Einzelnen* bei nicht zu grossen Strecken geeignet ist, wie dies.

Neuerdings entsteht ihm durch den Automobilismus allerdings eine nicht unbedeutende Konkurrenz, durch welche es jedoch in seiner Laufbahn nicht gehemmt wird. Sieht man doch z. B. in England das Fahrrad mit dem Autocar schon in friedlicher Gemeinschaft den Zwecken grösserer Klubs dienen, indem bei längeren Touren die nötigen Geräte, eventuell auch Reserveteile, kleine Zelte zum Schutz gegen plötzlichen unliebsamen Witterungswechsel u. s. w. den Klubmitgliedern auf Automobilen nachgefahren werden. Die schnelle Einführung der *letzteren* ist auf den *hohen Stand* der Technik der *Fahrradbranche* zurückzuführen, denn die technische Durchbildung der Automobilen war ein Leichtes nach Erfindung von zweckentsprechenden Kleinmotoren, als die dem Verschleiss entsprechend stets nachstellbaren Kugellager und die Luftdruckreifen u. s. w. jahrelang am gewöhnlichen Fahrrad erprobt waren.

Von welcher Wichtigkeit das Fahrrad in den letzten Jahrzehnten geworden ist, geht schon daraus hervor, welche Stelle dasselbe beim Militär, bei Postämtern und sonstigen Behörden, sowie an den Patentämtern in Washington, London und Berlin spielt.

Es ist klar, dass hierbei auch manche „Verbesserung“ patentiert und auf den Markt gebracht wurde, welche in Wirklichkeit nur eine *Verschlechterung* war, Gewichts- und Reibungserhöhung im Gefolge hatte. Es sei nur erinnert an den nach dem Erfinder benannten Boudard-Gear, welcher verschiedene grosse Durchmesser der Kettenräder am Hinterrad und auf der Kurbelachse beim Niederrad und Vermeidung des Kettenzuges direkt auf die Kurbelachse dadurch umgehen wollte, dass er die Kraft von derselben durch ein Zahnrad mit Innenzahnung und ein mit diesem zahnendes Stirnrad erst auf eine Zwischenwelle übertrug, und von dieser durch Kette auf das hintere Laufrad; ebenso wurde die Nutzlosigkeit der bekannten Simpson-Hebelkette bereits in Nr. 19 des *Deutschen Radfahrer-Bundes* vom Jahre 1896 eingehend erörtert.

Eine nicht unbedeutende Rolle hingegen spielen seit dem Uebergang vom Hochrad zum heutigen Sicherheitsfahrrad und seit allmählicher allgemeiner Einführung des Pneumatikreifens *Versuche zur Umgehung des Kettenantriebes* zur Kraftübertragung von der Kurbelwelle auf das hintere Laufrad, ebenso wie solche zur *Ermöglichung einer Auswechselung des Uebersetzungsverhältnisses* zwischen der antreibenden Kurbelachse und dem angetriebenen Hinterrade. Oft auch waren beide Prinzipien in einer Konstruktion vereinigt, und es entstanden dann zuweilen die absonderlichsten Mechanismen zur Bereicherung der kinematischen Wissenschaft, nicht aber zur Erfüllung obiger Aufgaben für die Praxis, denn die Fabrikanten hatten alle Ursache, derartigen Konstruktionen jede Daseinsberechtigung zu verweigern. Und selbst auf dem Papier glichen mehrere dieser Versuche mehr einem Motorfahrrad als einem Sicherheitszweirad.

Von kettenlosen Maschinen haben sich — neben den vom derzeitigen *Känguruh* abgeleiteten Rädern mit Vorderradantrieb (front-drivers) und neuerdings auftauchender Stirnradübertragung von der Kurbelachse auf das Hinterrad — besonders solche Konstruktionen einigen Eingang in die Praxis verschafft, welche die Bewegung bezw. Kraft von der Kurbelachse auf das Hinterrad durch eine auf Kugellagern drehbare Rohrwelle und zwei Paar Kegelräder übertragen. Nachdem zuerst auf dem Kontinent durch die Métropole (*Marie und Co.*, Paris) das bekannte nach obigem Prinzip gebaute Acatène- (kettenlose) Fahrrad (vgl. *D. p. J.* 1896 **301** 198 Fig. 50) in grösserem Masse auf den Markt gebracht worden war, nahmen leitende amerikanische Firmen ebenfalls kettenlose Räder auf. Doch trotz der grossen Reklame, welche z. B. die *Pope Mfg. Co.*, Fabrikantin der Columbiaräder, mit ihrem kettenlosen Antrieb (vgl. *D. p. J.* 1898 **308** 233 Fig. 28) gemacht, gelang es ihnen nicht, jenseits des Ozeans die Kettenräder auch nur annähernd zu verdrängen; in der That wiegen auch die Nachteile des kettenlosen Antriebes — von dem nicht unbedeutenden Mehrpreis abgesehen — die damit verbundenen Vorteile auf. Ist eine Kette nach mehrjährigem Fahren ausgezogen und daher unbrauchbar geworden, so dass sie nicht mehr genau in die Zähne der zugehörigen Kettenräder passt, so wird sie durch eine neue ersetzt; bei weitem kostspieliger und umständlicher, zuweilen unmöglich, ist ein Ersatz der vier mathematisch genau geschnittenen Kegelräder, welche infolge des ständigen Arbeitens, und weil stets nur an einer Stelle die Kraft übertragen wird, einem starken Verschleiss unterworfen sind. Von dem grösseren Gewicht des kettenlosen Antriebs abgesehen, ist auch die Reibung keine geringere, sondern eher eine höhere, wie durch eingehende Versuche des Professors *Carpenter* von der Cornell-Universität (N. Y.) mit beiden Arten von Rädern erwiesen wurde [1]). „Aus denselben geht hervor, dass was Reibungswiderstände anbelangt, das Kettenfahrrad dem kettenlosen Fahr-

[1]) *Fahrrad-Export* vom 20. Juli 1898.



rad entschieden überlegen ist. Die übertragene Arbeit betrug bei einem Kettenfahrrad im höchsten Falle 97 %, bei einem kettenlosen Fahrrad hingegen nur 94 %. Allerdings wurde gefunden, dass eine schmutzige Kette 10 bis 15 % mehr Reibungsarbeit erfordert, als eine reine, doch scheint es hierbei wesentlich auf die Konstruktion der Kette selbst anzukommen, da bei einem anderen den Versuchen unterzogenen Fahrrade die *Kette im schmutzigen Zustande gerade so gut* arbeitete, wie im reinen. Während in keinem Falle ein gutes kettenloses Fahrrad einem guten Kettenfahrrad überlegen befunden wurde, zeigte es sich, dass ein Durchschnittsfahrrad mit Kette weit besser sei, als ein Durchschnittsfahrrad ohne Kette. Bei einem guten kettenlosen Fahrrad ergab es sich, dass bei einer Geschwindigkeit von 24 km die für eine Umdrehung erforderliche Arbeit 1,5 bis 2,7 mkg betrug, während sich dieselbe bei einem Kettenfahrrad gleicher Qualität nur auf 0,8 bis 1 mkg pro Umdrehung bezifferte. Diese Versuche, sowie die eines anderen Professors, welche von den ersteren vollkommen unabhängig waren, ergeben, dass das *Kettenfahrrad dem kettenlosen Fahrrad überlegen* ist“ [2]).

Aehnlich geht u. a. die Meinung des unter dem Pseudonym „Practicus“ bekannten Mitarbeiters des *Radmarkt* in seinem Artikel *Kette oder Kettenlos* [3]) dahin, dass die Winkelzahnradübertragung nur bei vollkommen fest gelagerten Achsen zweckmässig zu verwenden sei, also an Werkzeugmaschinen u. s. w., jedoch nicht beim Fahrrad mit seinem durch fortwährendes Stossen u. s. w. stets in seiner Lage veränderten Rahmenbau. „Der vorgenannte kettenlose Antrieb ist demnach von vornherein zu verwerfen, denn jede seitliche Bewegung der Achse wird ein Würgen in den Wellenlagerungen und Klemmen in den Zähnen zur Folge haben müssen; dies ist aber ein so grober, augenfälliger Fehler, dass man gar nicht versteht, weshalb er der Beobachtung der Herren Theoretiker bis jetzt entgehen konnte.“

Mag dem nun sein wie ihm wolle, jedenfalls geht aus Obigem hervor, dass der Frage „Kette oder kettenlos“ nicht einmal eine solche Bedeutung beizumessen ist, als z. B. der Wahl der Reifen o. dgl., wie auch Prof. *Carpenter* selbst mit Bezug auf seine Versuche sagt in einem Schreiben vom 14. März 1898, welches in der bekannten Vorlesung von Prof. *Sharp* im Institut für Fahrradingenieure zu Birmingham kürzlich angezogen wurde.

Weit *wichtiger* für die Fahrradindustrie scheinen diejenigen Versuche, welche auf die Ermöglichung einer *Veränderung des Uebersetzungsverhältnisses* zwischen der treibenden Kurbelachse und dem getriebenen hinteren Laufrade während der Fahrt hinarbeiten. Ueber die bisherigen Vorschläge und warum von denselben noch kein System sich grösseren Eingang in die Praxis verschaffen konnte, möge an späterer Stelle erörtert werden; zunächst soll an Hand der Urteile von Autoritäten dargelegt werden, welchen *Einfluss* das Radfahren und speziell das *Berg- und Gegenwindfahren* mit gewöhnlichen Rädern, d. h. mit normaler Uebersetzung von 60 bis 70 Zoll, auf *Lunge und Herz* haben.

Schon 1888 wies *Georg Kolb* in einer Arbeit, betitelt „Beiträge zur Physiologie manimaler Muskelarbeit, besonders des modernen Sport“, darauf hin, dass beim Radfahren eine aussergewöhnliche Inanspruchnahme und Belastung des Blutkreislaufes stattfindet, so dass es durch die Erhöhung des Blutdruckes bei *Ueberanstrengung* zu Zerreissungen des Herzens kommen kann. Im August 1894 hielt *George Herschell*, Arzt am National Hospital für Herzkranke in London, auf dem II. internationalen Kongress für Hygiene in Budapest einen Vortrag über *Radfahren als Ursache von Herzerkrankungen*. Derselbe, welcher selbst Radfahrer ist, sagt, dass „Radfahren vernünftig betrieben eine der gesündesten Vergnügungen ist, die aber übertrieben oder unter *ungeeigneten Bedingungen sehr gefährlich* werden kann“. Besonders wies er auf die *Schädlichkeit des Bergfahrens und Gegenwindfahrens* hin. Andererseits verordnet er bei schon ausgebildeten Herzkrankheiten das Radfahren mit *niedrigen Uebersetzungen* auf kurze Strecken und glatten Bahnen als Mittel zur *Kräftigung des Herzens*.

[2]) S. a. *D. p. J.* 1899 **311** 172.

[3]) Bielefeld, 13. August 1898.

Aus diesem ist nun ersichtlich, dass nur durch *Vermeidung* einer Steigerung der Muskelarbeit während des Berg- oder Gegenwindfahrens die genannten gesundheitsschädlichen Gefahren behoben werden können, und dies ist nur dadurch möglich, dass der Fahrer auch beim Fahren mit *erhöhtem* Widerstand nur die *gleiche* Muskelkraft auf die Pedale bezw. die Tretkurbelachse ausübt, wie beim Fahren mit weniger Widerstand (also auf ebener Strasse und eventuell bei Rückenwind). Auf den ersten Augenblick scheint das ein Widerspruch, etwas Unmögliches zu sein. Und doch lässt sich die gestellte Aufgabe, bei *grösserem Widerstand* mit *demselben Kraftaufwand auf die Tretkurbeln* zu fahren *wie bei geringerem Widerstand*, in leichtester Weise erreichen durch *Verringerung des Uebersetzungsverhältnisses* von den Tretkurbeln bezw. der mit diesen verbundenen Kurbelachse zum angetriebenen hinteren Laufrad.

Beschäftigen wir uns nun zunächst mit der *Grösse* dieses Kraftaufwandes, so ist es zunächst erforderlich, die Grösse des Reibungskoeffizienten festzustellen, und weist unsere Fachlitteratur zwei grössere Abhandlungen auf, welche sich mit dieser Aufgabe beschäftigen, die eine von k. k. Prof. *Franz Ritter v. Rziha* in Wien in der *Zeitschrift des österreichischen Ingenieur- und Architektenvereins* [4]), die andere von Stabsarzt Dr. *Sehrwald* (Freiburg), in *Archiv für Hygiene*. In der ersteren, betitelt „Versuche über die Arbeitsleistung beim Radfahren“, heisst es: „Alle technischen und physiologischen Fragen, welche aus dem Sporte des Radfahrens gezogen werden können, verlangen die Lösung des Problems des *Fahrwiderstandes*. In dieser Hinsicht lässt sich zunächst folgende Kalkulation feststellen. Die Erfahrung lehrt, dass ein Radfahrer, welcher tagtäglich reisen müsste, jeden Tag, ohne seiner Gesundheit zu schaden und ohne eine grössere als die normale Anstrengung auszuüben, wie früher bemerkt, 90 bis 100, im Mittel 95 km auf gut erhaltener Strasse fahren kann. Dabei braucht er 3 bis 4, im Mittel $3\frac{1}{2}$ Minute per Kilometer; er fährt also mit 4,76 m Sekundengeschwindigkeit. Nach neueren Zusammenstellungen (*Zeitschrift des Vereins deutscher Ingenieure*, 1894 S. 642) beträgt das *Normalmass des mechanischen Aequivalents der täglich zulässigen Ermüdung* eines arbeitenden Menschen 127 500 mkg. Demnach beträgt die mechanische Arbeit pro laufenden Meter Strassenlänge 1,342 mkg.

Nach *Quételet* beträgt das mittlere Nacktgewicht eines Mannes zwischen 20 und 40 Jahren 61,9 kg. Die leichten Kleider und die leichte Bepackung können zu 3,6 kg angesetzt werden. Das mittlere Gewicht *eines Hochrades* für Strassentouren beträgt 21 kg, jenes eines Rovers 19 kg; das mittlere Fahrrad wiegt demnach 20 kg, also die ganze Last $Q = 85{,}5$ kg.

Daraus berechnet sich für ziemlich ebene Strassen der

$$\text{Koeffizient des Gesamtwiderstandes} = \frac{1{,}342}{85{,}5} = 0{,}0157.$$

Wird dieser *Widerstandskoeffizient* durch die Einfluss nehmende *Fahrgeschwindigkeit* v ausgedrückt, so ist

$$\varrho = \frac{0{,}0157}{4{,}76} = 0{,}0033 \,.\, v.$$

Wird das mittlere fortgeschaffte *Gewicht* q (Fahrer und Maschine) $= q + q^1 = 85{,}5$ kg angesetzt, so ergeben sich bei $\varrho = 0{,}0033 \,.\, v$ Widerstandskoeffizient und *bei Windstille und ebener Strasse* für verschiedene *Fahrgeschwindigkeiten* die folgenden *sekundlichen Arbeitsgrössen*:

Fahrgeschwindigkeit in m pro Sek.	Geleistete Arbeit in mkg pro Sek.	Fahrgeschwindigkeit in m pro Sek.	Geleistete Arbeit in mkg pro Sek.
1	0,28	8	18,05
2	1,12	9	22,84
3	2,54	10	28,22
4	4,51	11	34,12
5	7,05	12	40,61
6	10,15	13	47,66
7	13,82	14	55,27

[4]) Wien, 2. und 9. November 1894 (Nr. 44 und 45).

Die Zusammenstellung führt zu folgenden Betrachtungen:

1. Weil die Normalleistung eines Arbeiters pro Sekunde 6,3 mkg (*Zeitschrift des Vereins deutscher Ingenieure*, 1894 S. 642) beträgt, so ist zu ersehen, dass Fahrgeschwindigkeiten von 1 bis 2 m eine kaum nennenswerte Anstrengung hervorrufen; 4 m Geschwindigkeit nutzen diese Normalleistung noch nicht aus, und 5 m Geschwindigkeit übersteigen dieselbe, die physiologisch richtige Fahrgeschwindigkeit wird bei $Q = 85{,}5$ kg rechnungsgemäss

$$v = \sqrt{\frac{6{,}3}{0{,}0033 \, . \, 85{,}5}} = 4{,}73 \text{ m}$$

sein.

Diese Geschwindigkeit wird auch von den gewöhnlichen Fahrern in der Praxis wirklich ausgeübt, denn sie entspricht der üblichen Fahrzeit von $3^1/_2$ Minuten pro Kilometer. Ebenso entspricht auch diese normale Geschwindigkeit der Fahrdistanz von 90 bis 100 km, welche ein Velocipedist tagtäglich reisen kann. Denn bei dem mechanischen Aequivalente der täglichen Ermüdung eines Arbeiters im Ausmasse von 300 Kalorien oder 127500 mkg, berechnet sich solche Normaldistanz auf

$$\frac{127500 \, . \, 4{,}73}{6{,}3 \, . \, 1000} = 95{,}6 \text{ km.}$$

2. Weiter bestätigt die Zusammenstellung die eingangs angeführte Erfahrung, dass ein *gewöhnlicher Strassenfahrer* bei $v = 5$ m schon merklich und bei $v = 8$ m schon bedeutsam ermüdet; denn die Zusammenstellung zeigt, dass im letzteren Falle schon eine dreifache Normalleistung in Anspruch genommen wird und von einem solchen Fahrer rechnungsgemäss nur

$$\frac{127500 \, . \, 8}{18{,}05 \, . \, 1000} = 56{,}5 \text{ km}$$

pro Tag zurückgelegt werden können.

3. Ferner zeigt die Zusammenstellung, dass Fahrgeschwindigkeiten über 8 m schon so grosse Anstrengungen hervorrufen, dass selbst trainierte Strassenfahrer dieselben nur auf kurze Distanzen auszuüben vermögen. Die angeführten Beispiele haben auch gezeigt, dass selbst Meisterfahrer mit leichten Vehikeln und geringen Körpergewichten bei grossen Touren von 24 bis 31 Stunden nur mit $5^1/_2$ bis 6 m auf *Strassen* rennen können.

Trotzdem mehrere obiger Daten, z. B. Normalleistung auf Landstrasse, Gewicht des Fahrrades, die aber auf das Resultat selbst weniger Einfluss haben, inzwischen etwas veraltet sind, so bietet doch die obige Berechnung des Reibungskoeffizienten viel Interesse, zumal der gefundene Wert, verglichen mit dem für andere dem Verkehr dienende Gegenstände (Eisenbahn, Strassenbahn, Wagen u. s. w.) sehr annehmbar ist. Die für Bahnen gebräuchlichen Formeln enthalten zwar eine Konstante neben dem die Geschwindigkeit bezeichnenden Multiplikator v, da sonst ja die Reibung z. B. bei Anlassen eines Eisenbahnzuges fast gleich Null sein würde; doch kommt diese Konstante beim Fahrrad wegen des minimalen Eigengewichts kaum in Betracht. Wesentlicher dürfte der Unterschied der Normalleistung des Menschen gegen die neueren Angaben des *Ingenieurs Taschenbuch* vom Akad. Verein „Hütte" sein; im letzteren werden folgende Werte genannt: Mann, am Hebel 5,5, an der Handramme 6,3, am Göpel 7,2, an der Kurbel 8, am Steigrad 9,6, am Steigrad und ohne Maschine 12 Sek./mkg. Letztere entsprechen bei einer wirklichen Arbeitszeit von 8 Stunden einer Tagesleistung von 345600 mkg (Stabsarzt Dr. *Sehrwald* gibt dieselbe sogar auf 420000 mkg an). Da die Kraftausnutzung beim Fahrrad zweifelsohne die günstigste ist, so können wir jedenfalls $a = 12$ Sek./mkg als Normalleistung einsetzen, und berechnet sich dann die *physiologisch richtige Fahrgeschwindigkeit*

$$v = \sqrt{\frac{12}{0{,}0033 \, . \, 85{,}5}} = 6{,}524 \text{ m;}$$

ferner die tägliche Normaldistanz (natürlich unter Voraussetzung einer allen Ansprüchen an ein gut laufendes modernes Fahrrad genügenden Maschine und eines normalen kräftig gebauten Fahrers) auf

$$\frac{345600 \, . \, 6{,}524}{12 \, . \, 1000} = 187{,}8 \text{ km.}$$

Dass diese Leistung wirklich erreicht bezw. überstiegen werden kann, bewies (von Rekordfahrten mit Schrittmachern etc. abgesehen) u. a. *Grüttner*, Halensee, indem er seine 1792 oder 1796 km betragende Tour Rom-Berlin in 6 Tagen 4 Stunden 24 Minuten zurücklegte, was einer Durchschnittstagesleistung von $\frac{1794}{6^1/_2} = 276$ km bei ungünstigem Terrain entspricht (während er es an *einem* Tage in etwa 24 Stunden bis auf 395 km gebracht hat). Diese Leistung wurde noch übertroffen durch seinen Bruder, welcher die 1400 km betragende Strecke Mülhausen (Elsass)-Königsberg in 4 Tagen 8 Stunden zurücklegte, was wohl als die beste bisherige Leistung auf Landstrasse ohne Schrittmacherapparat bezeichnet werden dürfte, und einer Tagesleistung von $\frac{1400}{4^2/_3} = 300$ km entspricht.

Obige physiologisch richtige Fahrgeschwindigkeit $v = 6{,}421$ m kommt natürlich nur in Betracht bei einigermassen normalem Terrain und Windstille. Bei *Bergfahrt* kommt *zu der Arbeit*, welche den Luft- und Reibungswiderstand überwindet, noch *diejenige* hinzu, welche nötig ist, um das Gewicht von Fahrer und Maschine *um die Höhendifferenz zu heben.*

Berechnet sich also für die *Ebene* die physiologisch richtige Fahrgeschwindigkeit $v = \sqrt{\frac{a}{0{,}0033 \, . \, Q}}$ und die Arbeit $a = Q \, . \, 0{,}0033 \, v^2$, so berechnet sich die Arbeit bei *Bergfahrt* $a = Q \, . \, 0{,}0033 \, v^2 + Q \, . \, m \, . \, v$, wobei m das Steigerungsverhältnis darstellt. Aus dieser quadratischen Gleichung ergibt sich für Bergfahrt die physiologisch richtige Fahrgeschwindigkeit

$$v = \sqrt{\frac{m^2}{4 \, . \, 0{,}0033^2} + \frac{a}{Q \, . \, 0{,}0033}} - \frac{m}{2 \, . \, 0{,}0033} \, .$$

Nehmen wir z. B. 3 % *Steigung* an (also $m = 0{,}03$), so ergibt sich nach Einsetzung der bezüglichen Werte die physiologische Fahrgeschwindigkeit $v = 3{,}403$ m. Bei der unter normalen Verhältnissen üblichen und dem menschlichen Organismus zuträglichsten Tretgeschwindigkeit von 60 Kurbelumdrehungen pro Minute ergibt sich für $v = 6{,}524$ m auf normalem Terrain eine Radentwickelung von 6,524 m oder einer Uebersetzung von 81,7 Zoll (engl.). Für die Bergfahrt unter den obigen Verhältnissen (3 % Steigung) ergibt sich bei berechneter physiologischer Fahrgeschwindigkeit $v = 3{,}403$ m und, der Steigung entsprechend, um etwa 20 % verringerter Tretgeschwindigkeit von 48 Kurbelumdrehungen pro Minute eine Radentwickelung von $\frac{60}{48} \, . \, 3{,}403 = 4{,}254$ m oder 53,4 Zoll (engl.) Uebersetzung.

Diese Berechnung zeigt, dass bei Annahme einer Leistungsfähigkeit von $a = 12$ Sek./mkg *behufs thunlichster Ausnutzung der Muskelkraft sowohl in gebirgigem als in ebenem Terrain* für die Fahrer, welche obige Durchschnittsarbeit zu leisten im stande sind, ein Fahrrad empfehlenswert ist, welches eine *Uebersetzung von 81,7 Zoll für normale* Verhältnisse und von *53,4 Zoll für Steigungen*, bezw. welches eine *variable Uebersetzung* besitzt, welche sich auf etwa $^2/_3$ reduzieren lässt. Die *Höhe* der *normalen* Uebersetzung ist natürlich im wesentlichen von der *persönlichen Kraft* des Fahrers abhängig, d. h. von den Sekundenmeterkilogramm (a), welche er zu leisten im stande ist. (Schluss folgt.)

Das Grisson-Getriebe.

Von **Wilh. Müller** in Cannstatt.

Dem ausführenden Maschinentechniker begegnet häufig genug die Schwierigkeit, grosse Uebersetzungen anordnen zu müssen, wenn Zahnräder, Riementriebe oder Schneckengetriebe wegen Mangel an Platz nicht unterzubringen sind.

Durch Ingenieur *Robert Grisson* in Hamburg wurde neuerdings ein in allen Kulturstaaten geschütztes Daumengetriebe in die Technik eingeführt, das zwar die benannten Uebertragungsmittel aus dem Maschinenbau nicht verdrängen will, vielmehr dem Konstrukteur in allen Fällen behilflich sein soll, wo jedes der bisher gebräuchlichen Maschinenelemente aus praktischen Rücksichten nicht einzubauen war.

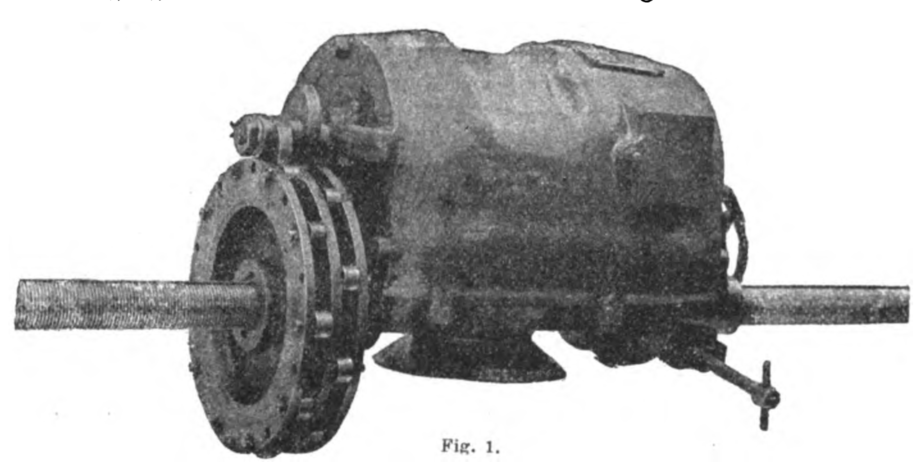


Fig. 1.
Drehbohrmotor mit Grisson-Getriebe.

Das Grisson-Getriebe besteht aus einem Daumen- und einem Rollenrade. Das Daumenrad trägt auf seiner Nabe zwei um 180° zu einander versetzte in zwei verschiedenen Ebenen liegende sichelförmige Zähne. Das Rollenrad ist mit drei Rippen ausgebildet, welche in gleichen zu einander versetzten Abständen auf Bolzen gelagerte Rollen tragen. Der innere Teil wird in üblicher Weise wie ein Zahnrad ausgebildet, indem bei kleineren Getrieben die Rippen mit der Nabe durch eine Vollscheibe verbunden werden und bei grossen Getrieben Arme zur Verwendung kommen. Die grosse Uebersetzung wird dadurch erreicht, dass bei einer Umdrehung des Daumenrades das Rollenrad um eine Teilung gedreht wird.

Die gedrungene Bauart des Grisson-Getriebes lässt eine wesentlich grössere Beanspruchung der Teile zu, weil die Zähne des Daumenrades ganz erheblich kräftiger werden, als die Zähne eines dem Durchmesser der Welle entsprechenden Zahnrades. Die Bolzen, auf welchen die Rollen des Rollenrades gelagert sind, werden nicht wie die Zähne des Zahnrades auf Biegung, sondern auf Abscherung beansprucht. Dieselben sind zweiseitig kurz gelagert und lassen daher eine ausserordentlich grosse Beanspruchung zu.

Als Normalien werden vom Erfinder, durch welchen diese Getriebe alleinig zu beziehen sind, aufgestellt:

Wellendurchmesser von
10, 20, 30, 40, 50, 60, 70, 80, 90, 100 mm,
mit Uebersetzungen von
1 : 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 15, 18, 20, 25, 30.

Folgender praktische Fall soll die Möglichkeit, bei kleineren Achsenabständen grössere Uebersetzung zu erzielen, sofort darthun.

Ein Getriebe mit einer Uebersetzung 1 : 10 im Zusammenbau mit einem Drehbohrmotor der *Union-Elektrizitäts-Gesellschaft Berlin* ist aus Fig. 1 zu ersehen. Die Motoren arbeiten mit 1800 Touren in der Minute und gestattete der Achsenabstand zwischen Motor und Bohrwelle nur eine Zahnradübersetzung 1 : 5½. Infolgedessen hatte der Steinbohrer eine reichlich grosse Umfangsgeschwindigkeit und wurde in etwas hartem Gestein sehr schnell stumpf. Da es nicht möglich war, den Motor bei gleichen Dimensionen für dieselbe Kraftäusserung abzuändern, wurden die Zahnräder entfernt und an Stelle derselben eine Uebersetzung 1 : 10 mit Grisson-Getriebe gesetzt, wodurch die Tourenzahl der Bohrer um die Hälfte verringert und die Leistungsfähigkeit des Motors entsprechend erhöht wurde. Diese Maschine befindet sich in mehrfacher Ausführung nunmehr ¾ Jahre in dauerndem Betrieb.

In Fig. 2 ist die theoretische Entwickelung des Getriebes graphisch dargestellt.

Das Getriebe unterscheidet sich von den bisher gebräuchlichen Zahnrädern schon dadurch, dass die Teilkreise sich nicht wie bei gewöhnlichen Zahnrädern aufeinander abrollen, sondern sich um den Rollenhalbmesser voneinander entfernt bewegen.

Die Daumenkurve wird durch drei Kreisbewegungen mit gleicher dem Uebersetzungsverhältnis entsprechender Winkelgeschwindigkeit gebildet, wobei diejenigen Strahlen, welche durch die Kreismitten des einen progressiv rotierenden Punktes bedingt werden, bei gleicher Winkelgeschwindigkeit gleichbleibenden Arbeitsmomenten entsprechen.

Die Strahlen, welche bei gleicher Winkelgeschwindigkeit sich gleichbleibende Arbeitsmomente bedingen, schneiden die Achsenzentrale in einem Punkte, welcher diese im umgekehrten Uebersetzungsverhältnis teilt. Die Kurve, welche sämtliche Berührungspunkte der gesuchten Daumenkurve darstellt, bildet durch Abwickelung die entsprechende Daumenkurve.

Durch die reziproke Abwickelung der vorerwähnten Kurve wird der Daumenzahn gebildet und dadurch, dass stets zwei um 180° zu einander versetzte Daumenzähne arbeiten, ist die zwangläufige Verzahnung gesichert. Die Arbeitsweise erfolgt, wie aus Fig. 3 zu ersehen, in der Weise, dass der zweite Zahn sich bereits in arbeitendem Eingriff befindet, wenn der erste Zahn die zugehörige Rolle verlässt.

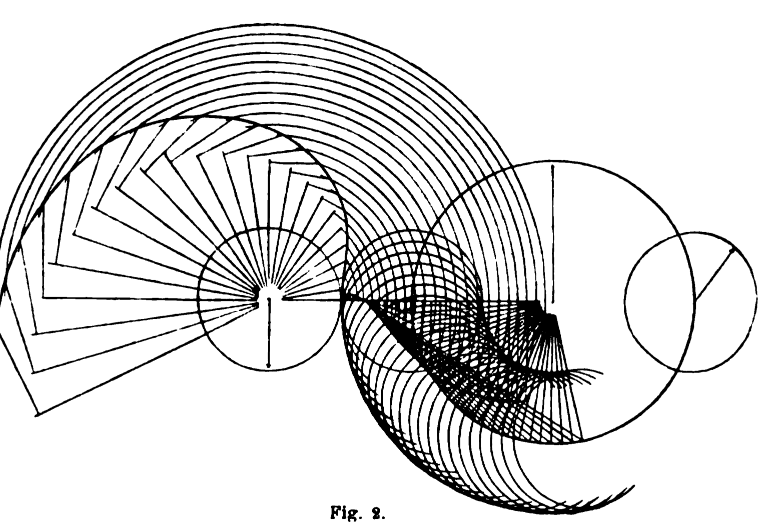


Fig. 2.
Graphische Darstellung der theoretischen Entwickelung des Getriebes.

Aus dem Verlaufe der Kraftlinien ist ersichtlich, dass das Grisson-Getriebe eine Uebersetzung sowohl vom

Schnellen ins Langsame, als auch vom Langsamen ins Schnelle zulässt.

Der normale Verlauf der Rollenbewegung findet allerdings statt bei der Bewegung vom Schnellen ins Langsame, indem die Rolle vom Moment des Eingriffs bis zum Verlassen der Daumenkurve ganz allmählich zunehmend beschleunigt wird. Da das Daumenrad nur zwei Zähne hat, sind die Zahneingriffe bei mittlerer Geschwindigkeit vernehmbar, weil dann die Rollen während einer Umdrehung des Rollenrades wieder zum Stillstand kommen.

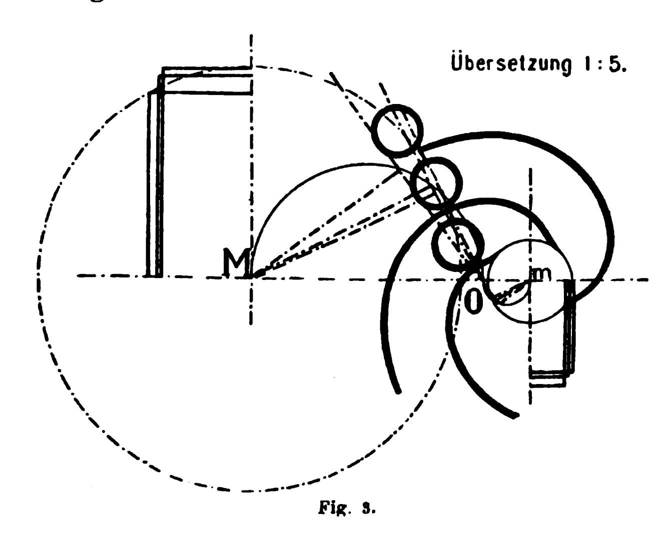


Fig. 3.

Bei entsprechend hoher Tourenzahl verschwindet dieses Eingriffsgeräusch, wenn die Rollen in der Bewegung wieder in Eingriff kommen und zwar ist die Gangart dann am ruhigsten, wenn die Winkelgeschwindigkeit der Rolle im Moment des Eingriffs und die Eingriffs-Winkelgeschwindigkeit der Daumenkurve gleich sind. Wird diese Grenze bei sehr hoher Tourenzahl überschritten, so findet im Moment des Eingriffs eine Bremsung der Rolle statt, was sich als zunehmendes Geräusch kenntlich macht.

Diesem Uebelstande wird dadurch abgeholfen, dass ein dickeres Schmiermittel zur Verwendung gebracht wird, welches die Rolle zur Verlangsamung ihrer Bewegung veranlasst. Durch Gebrauch entsprechenden Schmiermittels sind die Getriebe auf den ruhigsten Gang zu bringen.

Die Arbeitsweise des Grisson-Getriebes vom Langsamen ins Schnelle ist z. B. erforderlich bei Ausführung desselben für Hebezeuge, damit die Last ohne Kraftaufwand abläuft.

Auch bei Maschinen für Handbetrieb mit grossen Uebersetzungen, wie auch bei Antrieb durch Transmission kommt das Grisson-Getriebe zu dieser Anwendung.

Es mag hier noch auf einen Einzelfall: Antrieb einer Dynamomaschine durch ein Wasserrad, hingewiesen sein. Durch Verwendung zweier Grisson-Getriebe mit Uebersetzung 1 : 12 und 1 : 18 ($12 \times 18 = 216$) kann, wenn das Wasserrad 5 bis 7 Umdrehungen in der Minute macht, die erforderliche Geschwindigkeit für eine Dynamomaschine erreicht werden.

Gleichmässiges stossfreies Arbeiten beim Grisson-Getriebe ist dadurch erreicht, dass die Reibung eine rollende ist und die Getriebe mit gleicher Winkelgeschwindigkeit und sich gleichbleibenden Arbeitsmomenten arbeiten. Eine Winkelverzahnung auszuführen, hat keinen praktischen Wert, weil die Herstellung einer solchen zu kostspielig würde und im allgemeinen Winkelverzahnungen mit grossen Uebersetzungen nicht gemacht werden.

Aus Fig. 2 ist zu ersehen, dass die aus den Kraftlinien und einer beliebig angenommenen Kraft gebildeten Momente untereinander inhaltsgleich sind; daraus folgt, dass sich die Daumenkurve in jeder Eingriffslage mit dem Rollenrade bei einer dem Uebersetzungsverhältnis entsprechenden Belastung im Gleichgewicht hält, die Arbeitsmomente bleiben sich also gleich.

Der Wirkungsgrad wird durch die Grösse des Winkels bedingt, in welchem die Kraftlinien während der Eingriffsdauer von der Tangente an den Teilkreis abweichen.

Aus Fig. 3 ist eine Uebersetzung 1 : 5 ersichtlich. Die erste Stellung des Daumens ist diejenige, in welcher derselbe die Rolle verlässt und bildet die zugehörige Kraftlinie eine Tangente an den Teilkreis. Die zweite Stellung zeigt den zugehörigen Daumen und bildet die Kraftlinie mit der Tangente einen Winkel von 15°. Die dritte Stellung zeigt die Mittellage des Daumens auf seinem Arbeitsweg und bildet die Kraftlinie in dieser Lage mit der Tangente einen Winkel von nur 3°.

Fig. 4 zeigt ein Grisson-Getriebe mit einer Uebersetzung 1 : 10 mit gleichem Daumenradwellendurchmesser. Die Kraftlinie der ersten Stellung bildet wieder eine Tangente an den Teilkreis. Die Kraftlinie der zugehörigen zweiten Stellung des Daumens bildet mit der Tangente einen Winkel von nur 10°, die Kraftlinie der Mittelstellung bildet mit der Tangente einen Winkel von nur 2°. Es geht hieraus hervor, dass der Wirkungsgrad der Grisson-Getriebe mit zunehmender Uebersetzung steigt!

Der Wirkungsgrad der Getriebe ist abhängig von geeigneter Wahl der die Konstruktion des Getriebes bedingenden Verhältnisse und steigt mit zunehmender Belastung bis über 95%.

Auf Grund dieser Verhältnisse sind die Normalgetriebe aufgebaut und empfiehlt es sich, von diesen durch den Erfinder festgelegten Massen nicht abzuweichen.

Der Bedingung, dass das Getriebe eine geringere innere Reibung besitzt und der Verschleiss auf ein Minimum reduziert wird, ist dadurch genügt, dass die Reibung eine rollende ist. Dieselbe wird durch günstige Verlegung der Kraftlinien auf das technisch erreichbare Minimum herabgezogen. Was den Verschleiss betrifft, so findet zwischen Rollen- und Daumenrad derselbe Vorgang statt, wie z. B. zwischen einem Eisenbahnrade und der Schiene. Das Getriebe ist durch seine Konstruktion gezwungen, sich in die dem Achsenabstande und Uebersetzungsverhältnis entsprechende Kurve einzuarbeiten. Die Arbeitsfläche des Daumenrades erhält durch das kontinuierliche Walzen eine harte Lauffläche, so dass die Abnutzung nach erfolgtem Einlaufen in üblichen Grenzen bleibt.

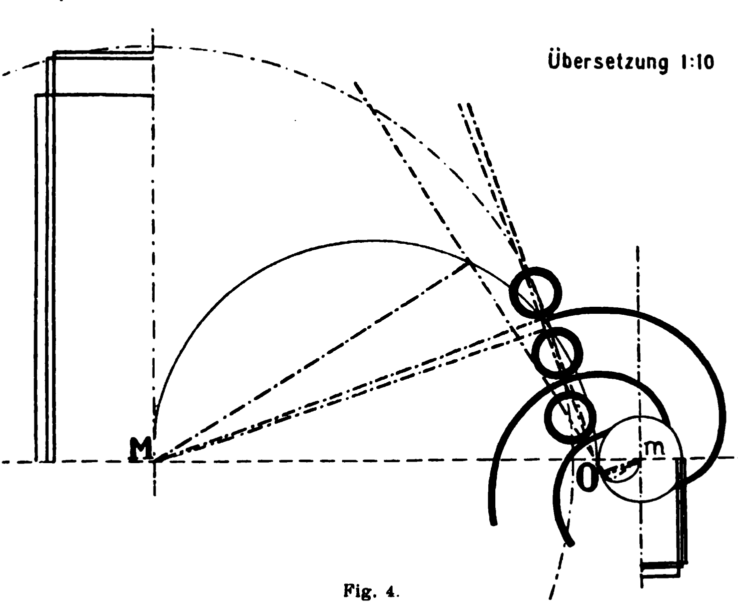


Fig. 4.

Verlauf der Kraftlinien während der Arbeitsweise des Daumenzahnes und zugehörige Momente.

Ein Seitendruck in dem Getriebe ist nicht vorhanden, was sich aus gemachten Ausführungen ergibt und ist als nicht erforderlich zu betrachten, diesen Punkt noch weiter zu behandeln.

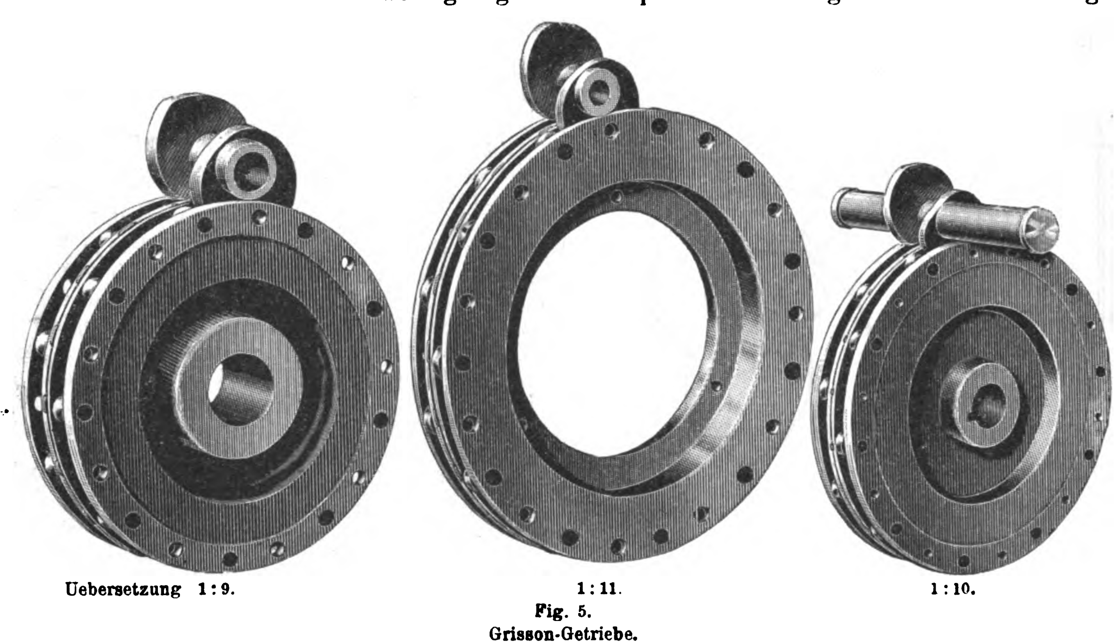
In allen Ausführungen erhält der Daumenzahn so grosse Dimensionen, dass ein Bruch desselben vollkommen ausgeschlossen ist. Die Bolzen sind zweiseitig kurz gelagert, auf Abscherung in Anspruch genommen und gestatten daher ungleich grössere Belastung als die auf

Biegung beanspruchten Zähne eines Zahnrades unter den gleichen Bedingungen. Die Bolzen sind aus bestem Stahl gefertigt und so gehärtet, dass die Arbeitsflächen hart sind, der Kern der Bolzen jedoch zähe bleibt.

Bei Durchrechnung der einzelnen Getriebeteile ergibt sich, dass die Daumenradwelle derjenige Teil ist, welcher bei Ueberlastung infolge Torsion Bruch erleiden würde. Wird daher der Durchmesser der Daumenradwelle genügend

fachsten mit einem Schutzgehäuse, wie solches auch bei Zahnrädern geschieht und giesst in dasselbe nur so viel Oel hinein, dass der unterste Teil der Räder eintaucht.

Selbstverständlich stellen sich die Getriebe wegen erforderlicher Präzisionsarbeit und umfangreicher Spezialeinrichtungen, welche zu deren Herstellung unentbehrlich sind, teurer als gewöhnliche Zahnräder, doch wird der Mehrpreis durch die gebotenen Vorteile aufgewogen.



Uebersetzung 1:9. 1:11. 1:10.

Fig. 5.
Grisson-Getriebe.

stark gewählt, so ist eine Betriebsstörung durch Bruch als ausgeschlossen zu betrachten.

Durch Abnutzung der arbeitenden Teile soll eine anormale Veränderung am Getriebe nicht eintreten. Dieser Anforderung wird dadurch genügt, dass das Getriebe mit gleichen dem Uebersetzungsverhältnis entsprechenden Winkelgeschwindigkeiten, sowie mit gleichbleibenden Arbeitsmomenten arbeitet. Sollte z. B. der Fall eintreten, dass ein Getriebe bei der Montage nicht genau auf den gleichen Achsenabstand eingesetzt werden kann, für welchen dasselbe geschnitten ist, so läuft sich solches allmählich in die richtige Arbeitskurve ein, weil sämtliche Teile infolge der Zentrifugalkraft das Bestreben haben, gleiche Winkelgeschwindigkeit zu erhalten.

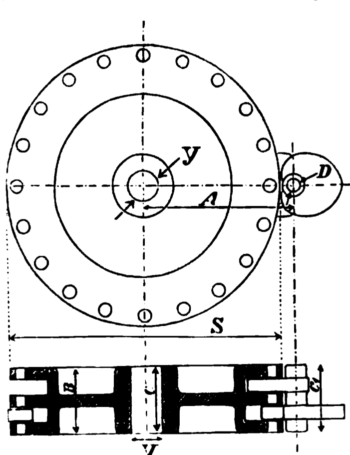


Fig. 6. Uebersetzung 1:10.

Ist der Zeitpunkt eingetreten, dass die Rollen und Bolzen infolge Abnutzung einer Erneuerung bedürfen, so wird die eigens für die Getriebe konstruierte und patentamtlich geschützte Splintsicherung entfernt, die Bolzen mit einem Durchschlag seitlich herausgetrieben und neue Rollen und Bolzen eingesetzt. Diese Reparatur wäre in kurzer Zeit auszuführen.

Der Rollenradkörper bleibt stets unversehrt erhalten und ist es nicht wie bei Erneuerung von Zahnrädern erforderlich, grössere Teile der Maschine demontieren zu müssen. Selbst für den Fall, dass Fremdkörper in das Getriebe geraten sein sollten, wodurch ein Ausbrechen von Rollen und Bolzen erfolgen könnte, ist eine längere Betriebsstörung ausgeschlossen, da nicht wie bei Zahnrädern vollständig neue Räder gegossen, gedreht und geschnitten werden müssen.

Das Getriebe erfordert nach beendigter Montierung keine besondere Wartung. Man umgibt dasselbe am ein-

Die Achsenabstände der Grisson-Getriebe lassen noch eine weitere Reduktion zu, wenn die Daumenzähne mit der Welle aus einem Stück geschnitten werden. Es

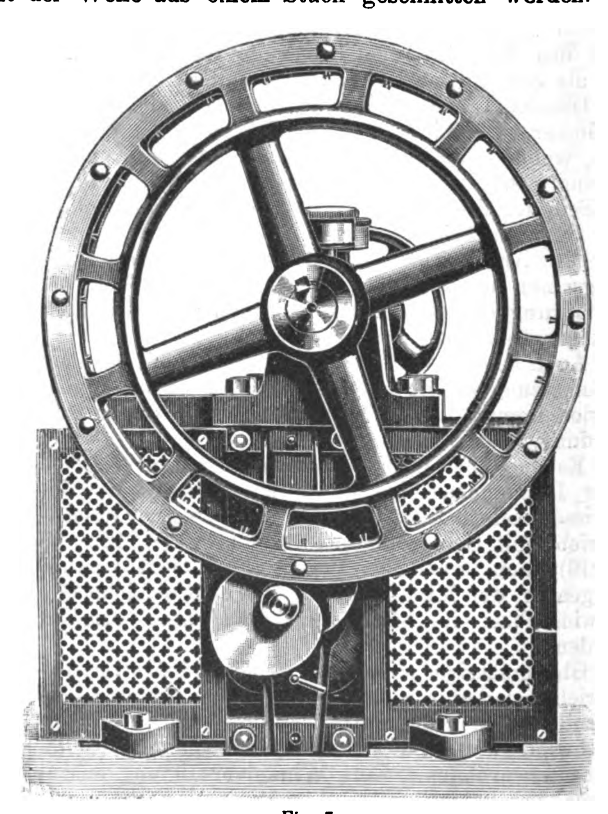


Fig. 7.
Grisson-Getriebe an Elektromotor, komb. mit Riemenscheibe.

empfiehlt sich, diese Anordnung bei Uebersetzungen grösser als 1:30 zu wählen. Bei Automobilgetrieben ist diese Konstruktion zur Ausführung gekommen, indem bei gleichen Achsenabständen auf der einen Seite des Motors eine Uebersetzung 1:8 mit Zahnrädern, auf der anderen Seite eine Uebersetzung 1:18 mittels Grisson-Getriebe gemacht wurde. Bei einer Uebersetzung 1:50 und einer Daumen-



welle von 40 mm Durchmesser beträgt der Achsenabstand in dieser Ausführung nur 1073 mm.

Es fehlte bisher thatsächlich an einem Maschinenelement, um die durch Fortschritte des Maschinenbaues und durch erhöhte Anforderungen der Industrie hervorgerufenen Gegensätze in Einklang zu bringen.

Die Absicht des Erfinders war deshalb, ein für den allgemeinen Maschinenbau geeignetes Getriebe zu schaffen und dass es diesen Zweck erfüllt, geht aus nachstehend zusammengefassten Eigenschaften desselben hervor.

Das Getriebe erzielt bei kleinem Achsenabstand grosse Uebersetzungen und zwar entspricht die kleinste Uebersetzung mindestens der höchsten Grenze günstig arbeitender Zahnräder. Es besitzt zwangläufige Verzahnung, gestattet ferner eine Uebersetzung sowohl vom Schnellen ins Langsame als vom Langsamen ins Schnelle, arbeitet gleichmässig stossfrei und ergibt einen hohen Wirkungsgrad bei grossen Uebersetzungen. Verschleiss und innere Reibungen sind gering, auch hat das Triebwerk keinen Seitendruck, gewährleistet grösstmöglichste Betriebssicherheit gegen Bruch, arbeitet insofern sachgemäss, als durch Abnutzung der arbeitenden Teile keine anormale Veränderung eintritt. Da es einen leichten Ersatz abgenutzter Teile zulässt, keiner besonderen Wartung bedarf und preiswürdige Herstellung ermöglicht, so dürfte das neue Maschinenelement die Beachtung der Fachwelt auf sich ziehen.

Als Nachteil des Getriebes wäre zu bezeichnen, dass es nicht gestattet, Uebersetzungen mit Bruchteilen und kleinen Uebersetzungszahlen zu machen; jedoch soll es diesen Bedingungen nach Absicht des Erfinders auch gar nicht Genüge leisten, weil für solche Zwecke vollkommen ausreichende Maschinenelemente vorhanden sind. Das Grisson-Getriebe ist vornehmlich dazu berufen, grosse Uebersetzungen zu bewirken und es unterliegt den gemachten Erfahrungen nach wohl kaum

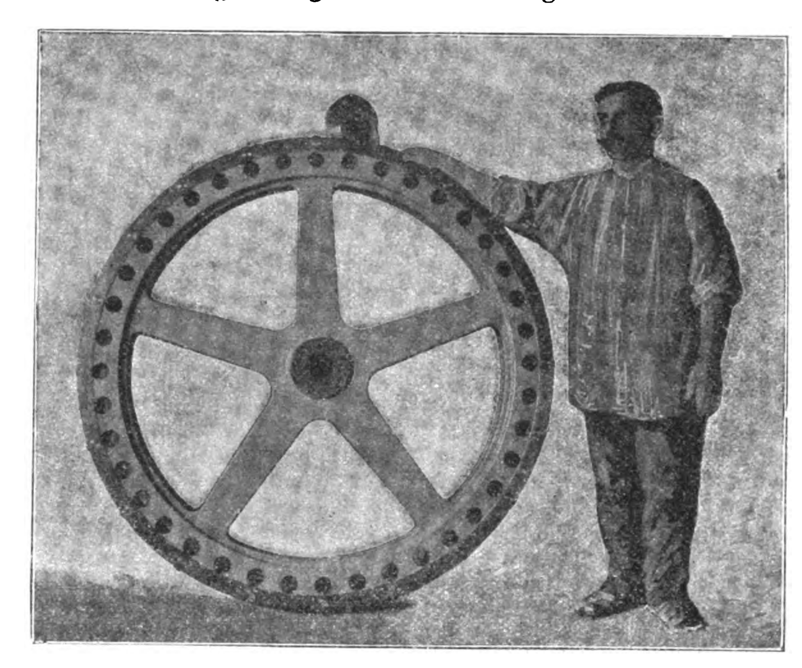


Fig. 8. Uebersetzung 1 : 20.

einem Zweifel, dass das Getriebe den in dieser Hinsicht gestellten Anforderungen in jeder Beziehung entspricht.

Allgemeine Fragen der Technik.

Von Ingenieur **P. K. von Engelmeyer**, Moskau.

Propädeutik an der technischen Hochschule.

Es ist schon öfters darauf hingewiesen worden, dass der Unterricht an der technischen Hochschule mosaikartig geführt wird, dass wenig oder kein Gewicht darauf gelegt wird, ein einheitliches Bild, ein „kontinuierliches Wissen“ (*Capitaine*) zu formen. Ein didaktischer Fehler! Es ist ja bekannt, dass ein weites, aus vielen Einzelheiten bestehendes Gebiet um so leichter in Gedanken beherrscht wird, je kontinuierlicher dasselbe geordnet ist. Diesem Vorwurfe gegenüber macht man gewöhnlich die schlechte Ausrede geltend, es bleibe keine Zeit für Allgemeinheiten übrig, man werde nur knapp mit dem fertig, was dem Ingenieur das geistige Werkzeug verleiht, um sein Handwerk auszuüben.

Die Frage dreht sich also immer um denselben Zapfen: „Soll der Ingenieur bloss als Handwerker ausgebildet werden, oder soll er auch noch zu breiteren Gesichtspunkten befähigt werden?“ Ein Vergleich zwischen der technischen Hochschule und der Universität wird auch in der Lösung dieser Frage nützlich sein. An der Universität ist man seither bemüht gewesen, einem jeden Lehrgegenstande einen propädeutischen Ueberblick vorauszuschicken. Zu demselben Zweck bildet das erste Semester einer jeden Fakultät eine Art Propädeutik über das ganze Fach. Die nötige Zeit hierzu wird gefunden, obzwar die Universität ebensowenig wie die technische Hochschule Zeit im Ueberfluss hat. Diesem Beispiel der älteren Schwester soll die technische Hochschule folgen.

Es ist nicht zu leugnen, dass man von Propädeutik an der technischen Hochschule hier und da hört. So trägt *Em. Herrmann* in Wien eine Art Propädeutik über die ganze Technik vor. So gestatten sich einzelne Professoren über einzelne Disziplinen Prospekte und geschichtliche Uebersichten vorzutragen. Dies alles wird indes nur als „Erlaubtes“, nicht als „Gebotenes“ angeschaut, als Privatsache dem persönlichen Gutdünken überlassen. Und wirklich hat dieses öffentliche Ignorieren aller Propädeutik an der technischen Hochschule zur Folge, dass dieselbe nicht die Aufgabe erfüllt, die sie erfüllen sollte, weil sie eben ohne pädagogischen Plan, stückweise geführt und mit persönlichen Ansichten zu sehr gefärbt erscheint. Manche Professoren gestatten sich nicht einmal eine Stunde der Propädeutik zu widmen und erwarten erst gar seltene Gelegenheiten, zumeist Festreden.

Nun soll das Gesagte mit ein paar Belege bekräftigt werden. Am meisten interessant ist natürlich die Propädeutik von *Em. Herrmann* an der Wiener technischen Hochschule, der sich die Aufgabe gestellt hat, die wirtschaftliche und gar kulturelle Bedeutung der Technik (als Inbegriff aller ihrer Spezialitäten) den Hörern vorzutragen. Mit den Anschauungen *Herrmann*'s haben wir bereits Bekanntschaft gemacht (*D. p. J.* **311** 70) und uns überzeugen können, dass er kein eigentliches System aufstellt, sondern nur die Lust zu erwecken sucht, an der Ausarbeitung eines Systems teilzunehmen.

Die hundertjährige Feier (Oktober 1899) der Berliner technischen Hochschule bot eine Gelegenheit, um allgemeinere Gesichtspunkte zu entwickeln. Drei Reden wollen wir in Betracht ziehen, diejenigen der Professoren *Kammerer*, *Bubendey* und *Witt*. Ferner wollen wir noch eine Antrittsrede des Professors *Strachow* in der Moskauer technischen Hochschule in unsere Betrachtung mit hereinziehen.

Professor *Kammerer* sprach „über den Zusammenhang

der Maschinentechnik mit Wissenschaft und Leben" („*Prometeus*" 1899 Nr. 525), um darzuthun, dass bei der gegenwärtigen Spezialisation der Ingenieurthätigkeiten die Gefahr der Absonderung, des Einseitigwerdens allzu nahe gerückt scheint, dass der auf technischem Gebiet Thätige den Blick für öffentliches Leben und für Gemeinwesen verliert und „unbrauchbar wird für Lösung allgemein menschlicher Aufgaben". *Kammerer* steht auf dem recht modernen Standpunkte, dass die technische Wissenschaft so untrennbar mit allen Gebieten des Schaffens verknüpft ist, dass nur *der* Ingenieur fruchtbringend arbeiten kann, der „über die Enge des Fachs hinaussieht auf die Weite des Lebens". Und doch getraut sich *Kammerer* nicht, seine Ansicht derart kategorisch zum Ausdruck zu bringen: er kleidet sie in die Form einer Frage, offenbar damit wir praktische Ingenieure uns nicht direkt beleidigt fühlen können und ihm etwa nicht erwidern: „Wir sind also für die Lösung allgemein menschlicher Aufgaben unbrauchbar?" Dabei denkt sich unsereins: ich habe diese und jene Maschine entworfen, bin da und dort thätig gewesen, habe so und so viel mir Unterstellte, bin zudem noch Familienvater. Sind dies nicht „allgemein menschliche Aufgaben?" Was will man mir noch aufbürden? Dass ich abends, anstatt mich für morgen ordentlich auszuruhen, Bücher über mir fern liegende Fächer lese? Zu welchem Behufe? Werde ich etwa dafür besser bezahlt? Oder erhalte ich eher eine Promotion? So denkt die Mehrzahl unsereins praktischer Ingenieure und bemerkt nicht, dass es zwar für *heute* richtig ist, dass aber eine Zeit immer näher heranrückt, wo in der That, wie *Kammerer* sagt: „nur *der* Ingenieur fruchtbringend arbeiten kann, der über die Enge seines Fachs hinaussieht auf die Weite des Lebens".

Kammerer geht noch weiter und hält diese Zeit sogar für begonnen. Er beleuchtet den Zusammenhang zwischen der Ingenieurthätigkeit und den bedeutendsten Wissensgebieten, der jetzt schon besteht. Zuerst wird der Maschinenbau mit dem Schiffsbau in Beziehung gestellt, und daraus gefolgert: „Alle diese Aufgaben aber, welche der Schiffsbau dem Maschinenbau stellt, wird nur der Ingenieur lösen können, der mit der Eigenart der Schiffahrt vertraut ist und der sich bewusst ist, dass er die *Schiffahrt* fördern muss, nicht einseitig den Maschinenbau." Alsdann kommt das Bauingenieurwesen zur Sprache und führt zu dem Schluss: „Bahnbrechend wird bei all diesen Aufgaben nur derjenige Maschineningenieur wirken können, der den Endzweck der zu schaffenden Verkehrsanlage versteht, ... der über sein eigentliches Arbeitsfeld hinausschaut auf die volkswirtschaftliche Bedeutung des zu schaffenden ganzen Werkes." Aehnliches wird gefolgert aus den Beziehungen des Maschinenbaues zu den chemischen und hüttentechnischen Wissenschaften: „Wenn wir von den Studierenden unserer (der mechanischen) Abteilung mit Recht das Vertrautsein mit den Grundlagen der Chemie verlangen, so will diese Forderung nicht die Aneignung einiger Einzelkenntnisse in der Metallgewinnung erzwingen, sondern sie will Erweckung des Verständnisses für das Wirken der Naturkraft in ihren verschiedenen Energieformen und will Erweiterung des Gesichtskreises hinaus über die Enge des Fachs."

Architektur scheint dem Maschinenbau ferne zu stehen. „Für den intimer Beobachtenden aber spinnen sich feinere Fäden zwischen den beiden Gebieten. ... Wie in der Entwickelung des Eisenbaues die konstruktiven Linien mehr und mehr in ihr Recht getreten sind und die kleinlichen Verkleidungen und Verzierungen verdrängt haben, so tritt jetzt in der Architektur das Bestreben zu Tage, in erster Linie das dem Material und der Bearbeitung Eigentümliche zu betonen, den Zweck, das Sachliche als massgebend für die Gestaltung voranszustellen und die Schmuckformen als das in zweiter Linie Stehende zu betrachten. In der That sind die edelsten Stilformen meist auch konstruktiv gewesen, erst in der Verwilderung wird die Formgebung unkonstruktiv." Wir erinnern hier an den „Materialstil" von *Schliepmann* (*D. p. J.* **311** 150) und folgen *Kammerer* weiter: „Von dem Ingenieur aber, der bei Ausführung von Nutzbauten den Architekten helfend zur Seite stehen muss, ist zu fordern, dass er der schwierigen künstlerischen Aufgabe des letzteren mit Verständnis und Anpassungsfähigkeit entgegenkommt."

Naturwissenschaften und Technik werden eingehender untereinander in Beziehung gesetzt. Der Entwickelungsgang beider lief stets parallel nebeneinander. „Naturwissenschaft und Technik sind unabhängig voneinander entstanden und sind durch ihre Natur zu getrenntem Fortschreiten gezwungen, haben aber vielfach ihre Pfade gekreuzt und sich gegenseitig gefördert. In ihrem Zusammenwirken bei getrenntem Weg liegt die Zukunft unserer Kultur." Medizinische Wissenschaften berühren sich mit der Technik auf dem Gebiete der Berufskrankheiten, aber auch in der Gesundheitstechnik, die jetzt in einem so regen Wachstum begriffen ist. „Der dem Arzt zur Seite stehende Ingenieur aber muss sich bewusst sein, dass sein Endziel nicht die jeweilige technische Anlage, sondern die menschliche Gesundheit sein muss." Juristische Wissenschaften und Technik berühren sich heute auf nahezu allen Gebieten staatlicher und privater Thätigkeit. ... Die technischen Hochschulen werden sich nicht mehr lange der Forderung entziehen können, technische Verwaltung in ihr Lehrgebiet aufzunehmen und dadurch den Ingenieur zu dem Manne zu machen, der berufen ist, das Steuer städtischer Verwaltung zu führen." „Von den historischen Wissenschaften scheint keine Brücke sich zu spannen zu der Technik." Diese scheinbare Absonderheit erklärt *Kammerer* aus dem Umstande, dass die Geschichte fast ausschliesslich nur vom dynastischen, militärischen und legislativen Standpunkt behandelt wird. „Der Einfluss, welcher die Beherrschung der Naturkraft auf menschliche Entwickelung ausgeübt hat, ist noch nicht genannt. ... Beherrschung der Naturkräfte und Kulturentwickelung stehen in untrennbarem Zusammenhang; eine geschichtliche Darstellung dieser Verknüpfung wird vielleicht einmal eine Brücke schlagen von den ehrwürdigen historischen Wissenschaften zu den modernen technischen."

Kammerer schliesst seine Rede mit folgenden Worten: „Dieser flüchtige Umblick lässt erkennen, dass die Ingenieurthätigkeit verknüpft ist mit allen Richtungen menschlichen Schaffens, hineingreift in alles öffentliche Leben, untrennbar ist von aller modernen Kultur. Der rechte Ingenieur wird daher nimmermehr ein einseitiger Fachmann sein können, er muss ein freies Auge mitbringen für Gemeinwohl und ein offenes Herz für Menschenschicksal. Wenn diese Erkenntnis erst einmal bei der Allgemeinheit durchgedrungen ist, dann wird auch nicht länger mehr die gebildete Welt alles, was nach Technik und Maschine klingt, als ein feindliches Element betrachten, das angeblich öden Materialismus mit sich schleppt, Poesie und Phantasie vernichtet."

Professor *Bubendey* sprach über „die Fortschritte des Bauingenieurwesens" („*Prometeus*" 1899 Nr. 526), ohne seinen Blick über die Grenzen ausserhalb des Faches zu werfen. Aus der Rede heben wir nur einiges hervor. Der Fortschritt im Eisenbahnwesen wird voraussichtlich die Richtung der letzten Jahrzehnte beibehalten: „Vermehrung der Geleise, raschere Zugfolge, Vergrösserung der Geschwindigkeit der Schnellzüge und der Belastung der Güterzüge, Trennung des Güterverkehrs vom Personenverkehr, Erweiterung der Bahnhöfe, zweckmässige Gliederung der Verschubanlagen unter Verwendung geneigter Ablaufgeleise und Massregeln für die Betriebssicherheit, namentlich Ausbildung des Signalwesens und der Stellwerkanlagen." „Im Brückenbau, der als Wissenschaft ein Kind unseres Jahrhunderts ist, lässt sich der Fortschritt im Erfassen der durch die Wirklichkeit gegebenen Bedingungen deutlich erkennen." „Die neueren Rechnungsverfahren haben vor allen Dingen auch die Ermittelung statisch nicht bestimmbarer Grössen in ein helleres Licht gerückt und damit die Abneigung gegen die Verwendung statisch nicht bestimmter Systeme gemildert." Redner gehört offenbar zu jener Mehrzahl jetziger Professoren und Ingenieure, die es als ethische Pflicht anschauen, die Grenze ihres Berufs, ihres Wissenszweiges, auch in den seltenen Fällen als undurchsichtige Wand zu betrachten, wo ein freierer Blick willkommener erscheinen dürfte.

Auch Professor *Otto N. Witt*, in seiner Festrede über „die Entwickelung der Chemie als technische Wissenschaft" („*Prometeus*" 1899 Nr. 527), übertritt nicht die Grenzen der Chemie. Indessen beleuchtet er doch den



Fortschritt dieser Wissenschaft aus einem tieferen Standpunkt, dem eine philosophische Bedeutung nicht abzusprechen ist. „Wir pflegen die Begründung der chemischen Wissenschaft auf die Einführung der Wage in das Laboratorium zurückzuführen. . . . Die Wage ist bis auf den heutigen Tag das wichtigste Werkzeug des Chemikers geblieben und wird auch für alle Zukunft als solches anerkannt werden. Sie ist dem Theoretiker ebenso unentbehrlich, wie dem technischen Chemiker. . . . Die Erforschung der Materie ist uns auf diese Weise gelungen, aber wir haben ein halbes Jahrhundert hindurch übersehen, dass mit der Materie die *Kraft* untrennbar verbunden ist.“ Die Chemiker wurden schon lange gewahr, dass nicht nur die Wärme auf die Reaktion Einfluss ausübt, sondern auch das Licht und die Elektrizität. „Unter solchen Verhältnissen scheint es heute kaum begreiflich, dass bis in die 60er Jahre unseres Jahrhunderts hinein die Chemiker nicht daran gedacht haben, ihre mit so grosser Sorgfalt ausgeführten Wägungen auch durch die Messung der Kräfte zu ergänzen, welche bei chemischen Vorgängen auftreten.“ „Nicht nur die Physik, auch die Chemie bedurfte der Erziehung durch einen *Robert Mayer, Joule, Helmholtz, Maxwell*, ehe sie für die volle Erfassung ihrer Aufgaben reif war. . . . Die ersten Schritte in der neuen Richtung mussten naturgemäss über schon durchmessenes Gebiet gehen. . . . Die Erfolge solcher emsigen Neubestellung längst durchackerter Gebiete liessen nicht lange auf sich warten. . . . Das Geheimnis der umkehrbaren Reaktionen wurde entschleiert, die Wirkung vieler Kontaktsubstanzen erklärt, die Gesetzmässigkeit explosiver Stoffe enthüllt. Die Begriffe der Endothermie und Exothermie wurden geschaffen und bei der Lösung neuer Probleme verwertet. Aber wunderbarer noch vielleicht war die befruchtende Wirkung der neuen Betrachtungsweise auf die chemische Technik.“ Auf diesem Boden entstand eine neue Disziplin, die „physikalische Chemie“. „In wenigen Jahren hat dieselbe die Kluft überbrückt, welche noch vor kurzem den Chemiker von dem Physiker schied. Von den rein chemischen Vorgängen führt uns heute das Studium der Dissociations- und Ionisationserscheinungen, der Lösungsvorgänge, Schmelzpunkterniedrigungen und Siedepunktssteigungen hinüber zur reinen Molekularphysik.“

Aber ungeachtet genannter Fortschritte, oder vielmehr infolge derselben, sieht *Witt* eine Lücke in der gegenwärtigen chemischen Theorie, die er als Aufgabe dem kommenden Jahrhunderte anvertraut. Die Chemie befasst sich mit Stoff und Kraft. „Die Materie, mit welcher wir heute noch operieren müssen, ist uns ein Rätsel, denn sie besteht aus mehr als siebzig Modifikationen, welche unvermittelt nebeneinander stehen. Unser Geist, dem die Kontinuität der Kraft zur Gewissheit geworden ist, sträubt sich gegen die Annahme der Verschiedenheit der Materie. Wie eine Verheissung steht das wunderbare Zahlenrätsel des periodischen Gesetzes vor uns und deutet auf die kommende Offenbarung der Urmaterie, welche allen Elementen zu Grunde liegt. Was die Chemie in ihren Kindertagen als ein Ammenmärchen über Bord werfen zu dürfen glaubte, ist heute der Leitstern geworden, dem wir hoffnungsfreudig ins kommende Jahrhundert folgen.“ Dieser Auszug spricht für sich und bedarf keines Kommentars.

P. Strachow, beim Antritt des Katheders für Maschinenbau in der chemischen Abteilung der Moskauer technischen Hochschule, hielt neulichst eine Rede über „die logische Entwickelung der Idee der Maschine als eines Objektes der wissenschaftlichen Forschung“ (*Bulletins des Moskauer polytechnischen Vereins* 1899 Nr. 6), aus der wir hier den Grundgedanken hervorheben. Redner macht den löblichen Versuch, seinen jungen Hörern anheimzubringen, dass es auch in der Praxis ungenügend erscheint, die arbeitende Maschine als blosses Faktum aufzufassen, dass die Erfassung der Idee der Maschine erst zur richtigen Würdigung ihrer praktischen Leistung führt. Dieser Versuch verrät in *Strachow* ein in die Zukunft schauendes Auge.

In jeder Maschine hebt *Strachow* hervor: die *Idee*, das *Schema* und die konstruktive *Ausführung*, und steht somit auf dem Boden meiner dreiaktigen Theorie (1899 **312** 145), die er in seiner Rede nach zwei Richtungen hin anwendet. Erst bemüht er sich darzuthun, dass die geschichtliche Entwickelung des Maschinenwesens ähnliche drei Stufen durchgelaufen hat und alsdann verspricht er seinen Hörern auch den Lehrplan und die einzelnen Disziplinen nach dem Dreiakte einzuordnen. Nun folgen wir ihm näher.

Der Ueberschuss an billiger Sklavenarbeit erweckte im Altertum keinen Anspruch auf Anwendung anderweitiger Kräfte, ausser der Schwerkraft. Alle anderen Naturkräfte wurden verehrt, und „ihre bescheidenen Geschwister, die Schwerkraft und die Muskelkraft, errichteten ihnen Tempeln, die Jahrtausende überlebten. Aber diese zwei Kräfte lehrten den Menschen einer dritten volles Zutrauen zu schenken, der schaffenden Kraft seines Verstandes, der es später beschieden war, die Götter zu entkrönen, von ihren tausendjährigen Thronen herabzuführen und sie zur Arbeit zu zwingen für das Wohl und das Aufblühen der menschlichen Kultur. . . . Indem die Alten ihre kolossalen Bauten durch die Hände Tausender von Sklaven zu stande brachten, machten sie Bekanntschaft mit den Gesetzen des Gleichgewichts, und diese bildeten ihre ersten technischen Kenntnisse, die zu dem Gebiet der Mechanik gehören. . . . Solange die Baukunst über die anderen technischen Zweige ausschliesslich herrschte, war die Technik in der *statischen Periode* ihrer Entwickelung begriffen.“ Als Maschinen jener Periode finden wir nur vorhanden: „den Hebel, die Winde und die schiefe Ebene.“ Diese Periode, die mit dem Aufblühen des Christentums endet, stellt *Strachow* auf die Stufe der Konstruktion einer Maschine, was ich, nach meiner Terminologie, den dritten Akt nenne.

Darauf folgt eine zweite, *kinematische Periode* der Technik, die meinem zweiten Akte entsprechen dürfte. Das Christentum befreite den Sklaven, und der Techniker sah sich gezwungen, auf anderweitigen Wegen die ihm nötigen Bewegungen hervorzubringen. Es entstehen: „das Wasserrad und die Windmühle“ und eine Fülle verschiedenster Mechanismen. „Auf diese Weise entsteht zuerst der Mechanismus, als selbständiges mechanisches Ganzes, als kinematische Kette unveränderlicher Körper, welche Bewegungen und Geschwindigkeiten übertragen und umändern, ganz unabhängig von der Natur der bewegenden Kräfte.“ Die Festigkeitslehre tritt zuerst aus dem Gebiete der Baumechanik in dasjenige des Maschinenbaues.

Endlich bricht die dritte, *kinetische* oder *dynamische* Periode heran, die meinem ersten Akte entspricht. Deren Anfang setzt *Strachow* willkürlich auf das Jahr 1743 fest, wo *D'Alembert* sein Prinzip veröffentlichte. Ferner wird *Leupold* genannt und das Aufkommen der technischen Schule. Motore und Werkzeugmaschinen entstehen in grosser Zahl. Auch die Wissenschaft des Maschinenbaues wird geschaffen.

Nachdem *Strachow* diese dreiaktige Evolution der Maschine entworfen, bemüht er sich dieselbe als Kundgebung eines philosophischen Gesetzes darzustellen und macht einen unglücklichen Schritt, indem er als ein solches Gesetz betrachtet *Aug. Comte*'s Einteilung der Kulturgeschichte in die theologische, die metaphysische und die positive Periode. Danach soll die statische Periode der altertümlichen Technik der theologischen entsprechen: die statisch-konstruktive Ansicht, die nur das Aeussere, die Form im Auge behält und noch nicht dahinter dringt, soll eine ähnliche Stufe bedeuten wie die theologische Weltanschauung, wo der Augenmerk eben von der Form hinter dieselbe eilt und unsichtbare Kräfte sucht. Mit besserem Erfolg dürfte man vielleicht die theologische Ansicht der dynamischen zur Seite stellen. Dann findet aber *Comte*'s Stufenleiter keine Anwendung auf die Evolution der Technik, was durchaus nicht Wunder nimmt, derweil es ja bekannt ist, dass die Ansicht *Comte*'s mehr Ausnahmen als Bestätigung findet und sogar von den Verehrern der anderen Leistungen des genialen und etwas leichtfertigen Denkers nicht geteilt wird.

Auch meine dreiaktige Interpretation des Erfindens stellt *Strachow* mit der Ansicht *Comte*'s in Uebereinstimmung. Hier entspricht der erste Akt, die Konzeption der Idee, der theologischen Periode, der zweite Akt, die besonnene Bearbeitung der Idee — der metaphysischen Periode, und der dritte Akt, die sachliche Ausführung — der positiven Periode. Diese Analogie scheint willkommener zu sein. Zugleich aber entsteht ein kleines Miss-



verständnis: der statisch-konstruktive Akt wird einmal auf die erste Stufe (die theologische), ein anderes Mal auf die dritte (die positive) gesetzt.

Indem aber *Strachow* den allgemeinen Lehrplan nach dem Dreiakt ordnet, trifft er den Nagel auf den Kopf. Er verspricht seinen Hörern folgende Reihenfolge der einzelnen Disziplinen: Festigkeitslehre und Baumechanik im statischen Stadium, alsdann Mechanismenlehre im kinematischen, und endlich im kinetischen: Hydraulik, Thermodynamik, Technologie, daneben auch Maschinenbau (obwohl dieser am Anfang besser am Platz wäre). — Aus diesen wenigen Beispielen sehen wir, wie verschieden die einzelnen Professoren die Aufgaben einer Propädeutik auffassen. Die Notwendigkeit einer solchen wird wohl zur Zeit kaum einer anzweifeln, der für das gesellschaftliche Leben ein offenes Auge hat, der auf dasselbe nicht nur durch die Fensterscheiben seines Laboratoriums schaut und der die stetige Erweiterung der Ingenieurthätigkeit und die Aufgaben der nächsten Zukunft zu erfassen vermag.

Kleinere Mitteilungen.

Elektrische Wagenbeleuchtung mittels eines durch eine der Achsen getriebenen Dynamos [1]).

Die elektrische Beleuchtung von Wagen hat in der letzten Zeit grosse Fortschritte gemacht, sowohl wegen ihrer beträchtlichen Leuchtkraft, als auch wegen der Leichtigkeit, mit welcher die Lichtquelle an irgend einer beliebigen Stelle untergebracht werden kann. Bis jetzt waren es grösstenteils Akkumulatoren, welche in den Wagen untergebracht wurden und deren Kraft zur Lichterzeugung zwischen der einen und der anderen Ladestelle ausreichte. Die Batterien wurden hierbei grösstenteils an den Ladestellen ausgewechselt, wie z. B. bei der Jura-Simplon-Gesellschaft, der italienischen Mittelmeer-Gesellschaft, den deutschen Eisenbahnen u. s. w.

Anderenfalls wurden die Wagen in dem Wagen selbst zwischen zwei Endstationen geladen, wie z. B. bei der Orléans-Gesellschaft auf der Linie zwischen Sceaux und Limours und der Nord-Eisenbahngesellschaft. Diese Methode verursacht jedoch Unbequemlichkeiten sowohl hinsichtlich der Kosten des öfteren Umwechselns, als auch der Unbequemlichkeit, welche dadurch bei der Bedienung der Wagen entsteht.

Um diese Nachteile zu vermeiden, sind verschiedene Systeme probiert und angewendet worden, mittels welcher die zur Speisung der Glühlampen erforderliche Elektrizität nicht nur vorteilhafter in den Akkumulatoren aufgespeichert, sondern auch während des Betriebes des Zuges durch einen oder mehrere Dynamos erzeugt wurde, welche mittels der Wagenachsen getrieben wurden. Bei allen diesen Systemen werden hierbei schwache Batterien verwendet, mittels deren die Speisung der Lampen während des Haltens oder des langsameren Ganges des Zuges erfolgt und welche während des ausreichenden schnelleren Ganges des Zuges wieder geladen werden. Alle Systeme haben das Verfahren gemeinsam, die elektrische Spannung zur Speisung der Lampen ungeachtet des oft beträchtlichen Unterschiedes in der Schnelligkeit der Züge konstant zu erhalten.

Die beiden hervorragendsten Systeme, welche hierbei in Betracht kommen, sind das System *Stone* und das System *Dick*.

Das System Stone. Dieses hat in England vielfache Anwendung gefunden; ausserdem ist dasselbe in mehreren Restaurationswagen der Internationalen Schlafwagen-Gesellschaft auf der Linie Paris—Lyon—Marseille in Gebrauch. Jeder Wagen ist mit einem Dynamo versehen, welcher mittels eines Treibriemens von einer der Achsen in Bewegung gesetzt wird, nebst einer Akkumulatorbatterie und einer Anzahl dazu gehöriger Vorrichtungen zur Regelung der Umdrehungsgeschwindigkeit unabhängig von der Schnelligkeit des Zuges und zum Zweck der Uebereinstimmung des Dynamos mit der Batterie. In dieser Weise liefert der Dynamo den nötigen Strom für die Beleuchtung und ladet gleichzeitig die Batterie. Die Intensität des durch den Dynamo erzeugten Stromes, das ist die Summe des Ladungsstromes der Batterie und des Speisungsstromes der Lampen, bleibt fast konstant unabhängig von der Schnelligkeit des Zuges. Dies wird dadurch erzielt, dass der Treibriemen durch das Gewicht des Dynamos selbst gespannt wird, indem derselbe am Rahmen des Wagens aufgehängt wird; ein regulierbares Gegengewicht gleicht das Gewicht des Dynamos aus, um die genaue nötige Spannung zu erhalten.

Das System Dick. Dasselbe wird gegenwärtig in einem Zuge zwischen Wien und St. Pölten ausprobiert.

Ein in einem Packwagen untergebrachter Dynamo erhält seine Bewegung von einer der Achsen unter Vermittelung einer Reihe von Zahnrädern nach Art der Tramwaymotoren. In dem Wagen befinden sich Regulierungsvorrichtungen zur Erhaltung der Gleichmässigkeit der Spannung in den Schenkeln des Dynamos. Jeder Wagen des Zuges besitzt eine Batterie, welche mittels einer Leitung durch die ganze Länge des Zuges mit dem Packwagen in Verbindung stehen. Bei einer gewissen Geschwindigkeit, welche durch die Regulierungsvorrichtungen bestimmt wird, wird der Dynamo mittels eines Ein- und Ausschalters gleichlaufend mit der Hauptleitung bezw. mit den Batterien der einzelnen Wagen gekuppelt. Die Spannung wird durch eine im Packwagen befindliche Regulierungsvorrichtung konstant erhalten, welche in den Antriebsstrom des Dynamos einen veränderlichen Widerstand einschaltet. Der Arbeitsgang ist folgender:

Während des Tages werden die Batterien der Wagen geladen. Während der Dunkelheit, d. h. wenn die Lampen angezündet sind, ist der durch den Dynamo gelieferte Strom geringer als der für die Lampen erforderliche, was durch die Batterie ergänzt wird. Die Intensität des durch den Dynamo gelieferten Stromes ist je nach der Schnelligkeit veränderlich.

Das System *Dick* scheint nur dann anwendbar zu sein, wenn der Tagesdienst der Wagen ausreicht, um die Akkumulatoren mit der Ladung zu versehen, welche sie während der Nacht verlieren. Die Batterien entladen sich kontinuierlich während des Brennens der Lampen, und es kann der Fall eintreten, dass die Batterien während des Hauptdienstes in der Nacht den Dienst versagen. Schliesslich entspricht die Bewegungsübertragung vom Packwagen zum Dynamo mittels der Zahnräder nicht der grossen Geschwindigkeit und erfordert eine allzu grosse Ueberwachung, welche für Züge mit längerer Fahrtdauer nicht angebracht ist.

Ausser den beiden Systemen von *Stone* und *Dick*, welche selbstthätig funktionieren, sind in Amerika in letzterer Zeit in den *Pullmann*'schen Wagen mehrere elektrische Beleuchtungssysteme angewandt worden, welche, wie die beiden gananten, die Anwendung von Akkumulatorenbatterien mit einem durch eine der Achsen in Bewegung gesetzten Dynamo gestatten, welche jedoch in gewisser Hinsicht auf eine gewöhnliche elektrische Anlage mit allen nötigen Apparaten zurückkommen und eine ständige Ueberwachung erfordern. Diese Systeme mögen wohl für amerikanische Verhältnisse passen, für europäische Eisenbahnnetze erscheinen dieselben jedoch nicht angebracht.

Neues System zur elektrischen Beleuchtung der Paris-Lyon-Marseille-Compagnie. Das von der ***P.-L.-M.-Compagnie*** in einem Salonwagen erster Klasse probeweise angewandte System zur elektrischen Beleuchtung gleicht zwar hinsichtlich des Gebrauches von Akkumulatoren und eines durch eine Achse betriebenen Dynamos dem *Stone*'schen System, unterscheidet sich jedoch wesentlich von demselben durch das Verfahren zur Regelung der Intensität des Stromes.

Der Dynamo von konstanter Spannung besitzt eine Geschwindigkeit, welche derjenigen der denselben treibenden Achse entspricht mit einer der Geschwindigkeit entsprechenden Spannung in den Schenkeln des Dynamos. Sobald die Spannung im Dynamo eine geringere ist, als die in der Batterie des Wagens, wird die Leitung, welche den Dynamo mit der Batterie verbindet, durch einen Ein- und Ausschalter automatisch geöffnet und die Erregung des Dynamos erfolgt ausschliesslich durch die die Lampen speisende Batterie. Sobald durch die erhöhte Schnelligkeit des Zuges die beiden Spannungen die gleiche Höhe erreichen, verbindet der Ein- und Ausschalter die Batterie mit dem Dynamo und letzterer liefert einen Teil des zur Speisung der Lampen und des Induktionsapparates nötigen Stromes. Bei noch weiter gesteigerter Schnelligkeit liefert der Dynamo nicht nur den nötigen Strom für die Lampen und den Induktionsapparat, sondern noch einen Ueberschuss zur Ladung der Batterien. Wäre nicht eine Vorrichtung zur Begrenzung der Intensität des Stromes vorgesehen, so würde letzterer noch beträchtlicher, selbst bei schwachem Zunehmen der Schnelligkeit, werden.

Hier tritt die Regulierungsvorrichtung in Thätigkeit. Diese besteht im wesentlichen aus einem kleinen elektrischen Motor, welcher von dem Strom des Dynamos gekreuzt wird, welcher eine Scheibe mit einer Bremse von entsprechendem Druck trägt.

[1]) Nach der ***Revue générale chemins de fers***, August 1899.



Sobald die Intensität des Stromes eine bestimmte Grenze erreicht, fängt der Motor an sich zu drehen, ungeachtet der Einwirkung der Bremse, und von diesem Zeitpunkt an bleibt die Intensität des Stromes ohne Rücksicht auf die Geschwindigkeit des Zuges konstant.

Unabhängig von dem Regulator und dem automatischen Ein- und Ausschalter ist auch ein automatischer Wechselapparat vorgesehen, welcher die von dem Dynamo erzeugte Stromrichtung unabhängig von der Bewegungsrichtung des Zuges einstellt.

Da diese Beleuchtungseinrichtung nur versuchsweise gebraucht wurde, sind die einzelnen Vorrichtungen in ihrer Form noch nicht endgültig festgestellt. Sobald das Funktionieren derselben vollständig geregelt sein wird, werden dieselben ihre endgültige Gestaltung erhalten.

Der Dynamo. Der Dynamo ist zweipolig mit einem Induktionsapparat von einer Spindel. Die Spannung besteht aus einem weichen *Gramme*'schen Ring. Die Reiber bestehen aus Kohle. Die Lager sind mit Schmierringen versehen und so angebracht, dass ein Oelverlust möglichst verhütet wird. Der Antrieb der Induktionsspindel geschieht mit einer Spannung von 15,5 Volt durch die Batterie des Wagens. Die Spannung ist für gewöhnlich auf einen Strom von 30 Ampère bei einer Geschwindigkeit von 1350 Umdrehungen in der Minute auf einen Unterschied von potentiell 15,5 Volt berechnet.

Der Dynamo ist am Rahmen des Wagens an einem wagerechten Balken aufgehängt, wodurch er nach der einen oder anderen Seite schwanken kann; in fester Stellung wird derselbe durch eine Schraubenstange gehalten.

Die Triebwelle des Dynamos ist durch eine Gelenkachse verlängert, an deren Ende eine Reibungsrolle aus Leder befestigt ist, welche auf der Innenseite mit der Schiene des einen Rades der Mittelachse des Wagens verbunden ist. Die Gliederung wird durch einen einfachen Kautschukschlauch bewerkstelligt, welcher leichte Abweichungen der Achse in Bezug auf die Treibwelle zulässt. Diese Stange ist in der Nähe der Rolle in einem Kugellager im Rahmen des Wagens mittels einer Gelenkstange aufgehängt. Eine einerseits an dem Kugellager, andererseits an dem Fusstritt des Wagens befestigte Zugfeder hält die Stange ständig an der Innenseite der Radschiene mit einem Druck von ungefähr 30 kg.

Der Regulator. Der Regulator zur Begrenzung und Konstanthaltung der Intensität des von dem Dynamo erzeugten Stromes besteht aus einem kleinen doppelpoligen Motor, dessen Achse eine bronzene Rolle trägt, auf welche sich die durch Federn zusammengepressten Kohlenreiber stützen. Die Spannung dieser Federn ist in der Weise geregelt, dass das Widerstandselement, welches durch Adhäsion der Kohlenreiber auf der Scheibenfelge bestimmt wird, genau mit dem Stromkreis übereinstimmt, welchen der Motor entwickelt, sobald die Intensität des ihn durchdringenden Stromes 25 Ampère erreicht hat.

Bei einer Geschwindigkeit des Zuges unter 50 km in der Stunde ist der durch die Leitung des Regulators gehende Strom gleich Null oder niedriger als 28 Ampère, infolgedessen keine Drehung stattfindet, da der Bewegungsstrom geringer ist als der Widerstandsstrom, welcher durch die Adhäsion der Kohlenreiber auf der Bronzespindel entsteht.

Nimmt die Geschwindigkeit des Zuges zu und übersteigt 50 km in der Stunde, so wächst die Intensität des durch die Leitung des Regulators gehenden Stromes auf 28 Ampère, worauf eine anfangs langsame und mit der wachsenden Geschwindigkeit des Zuges zunehmende Drehung erfolgt. Von dem Zeitpunkt an, wo durch die Spannung des Regulators die Drehung anfängt, hört die hindurchgehende Intensität des Stromes auf zu wachsen; sie verbleibt bei 28 Ampère, da der Ueberschuss der Spannung in den Schenkeln des Dynamos durch die kontraelektromotorische Kraft, welche sich in der Leitung des Regulators entwickelt, aufgehoben wird.

Von diesen 28 Ampère dienen 16 zur Speisung der Glühlampen des Wagens, 8 zur Wiederladung der Batterie des Akkumulators und 4 zur Anregung des Dynamos und der beiden Hilfsapparate, des Ein- und Ausschalters und des Wechselapparates.

Sinkt die Geschwindigkeit des Zuges unter 50 km in der Stunde, so verringert sich der Ladestrom der Batterie plötzlich und sinkt auf Null. Verringert sich die Geschwindigkeit noch mehr, so tritt die Batterie nach und nach an Stelle des Dynamos behufs Speisung der Lampen, und wenn der vom Dynamo gelieferte Strom auf Null sinkt, wird ersterer von dem Ausschalter selbstthätig ausser Betrieb gesetzt und die Lampen werden von der Batterie allein gespeist.

Der Regulator ist in einem Behälter aus Eisenblech untergebracht, welcher sich unter dem Rahmen des Wagens befindet und ist durch Thüren zum Zweck einer Revision zugänglich gemacht.

Der automatische Ein- und Ausschalter im Wechselapparat. In demselben Behälter, welcher den Regulator enthält, sind zwei Apparate untergebracht, von denen schon weiter oben gesprochen wurde und deren einer der automatische Ein- und Ausschalter ist.

Die Aufgabe des automatischen Ein- und Ausschalters besteht darin, den Dynamo gleichlaufend mit der Batterie der Akkumulatoren zu verbinden, sobald die Geschwindigkeit eine solche ist, dass die Spannung in den Schenkeln des Dynamos derjenigen in der Batterie gleichkommt. Er besteht aus einem feinfädigen Solenoid, durch welchen ein von den Schenkeln des Erzeugers kommender Zweigstrom geht, welcher einen Cylinder aus weichem Eisen anzieht, der durch eine entsprechend regulierte Feder im Gleichgewicht gehalten wird. Sobald die Anziehungskraft des Solenoiden auf den Cylinder zur Aufhebung der Thätigkeit der Feder ausreicht, setzt die überwiegende Thätigkeit des Solenoiden einen kleinen Balancier in Schwingung, welcher die Kontakte zur Kuppelung des Dynamos mit der Batterie bewerkstelligt. Sobald durch die sich vermindernde Geschwindigkeit in den Schenkeln der Batterie die Thätigkeit der Feder diejenige des Solenoiden überwiegt, schwingt der kleine Balancier in entgegengesetzter Richtung und hebt die Kuppelung auf.

Der automatische Wechselapparat. Die Anregung des Dynamos erfolgt von einem den Schenkeln der Batterie entnommenen Strom, wodurch die Pole des magnetischen Induktionsdurchflusses unveränderlich sind. Hieraus ergibt sich, dass die Richtung des Stromes in der Leitung des Dynamos von der Richtung des Zuges abhängt und bei jedesmaligem Wechsel der letzteren geändert wird. Dies zu verhindern ist Aufgabe des automatischen Wechselapparates und zwar durch Verbindung der Leitung des Wagens mit dem Dynamo in gewünschtem Sinne, so dass der durch den Dynamo erzeugte Strom die Leitung immer in derselben Richtung durchströmt.

Der Wechselapparat besteht im wesentlichen aus einem an den beiden Enden angebrachten Balancier, an dem ein Cylinder aus weichem Eisen aufgehängt ist, der in einem Solenoiden mit doppelter Windung hineinragt. Durch die eine Windung geht ein Strom mit unveränderlicher Richtung von den Schenkeln der Batterie, durch die andere ein Strom direkt von dem Erzeuger im Sinne der Zugrichtung. Die gemeinsame Thätigkeit dieser Ströme ist derartig, dass je nach der Richtung des Stromes des Erzeugers der Balancier nach rechts oder links schwankt, wodurch die Wirkung in dem entsprechenden Sinne hergestellt wird,

Die Akkumulatoren. Die von dem Wagen getragene Batterie der Akkumulatoren besteht aus acht Boese-Elementen, welche in vier Blechbehältern, je zwei auf jeder Seite des Wagens, untergebracht sind. Das Gesamtgewicht derselben beträgt 208 kg und die Kapazität ungefähr 180 Ampère. Die Intensität des von der Batterie gelieferten Stromes im Betrage von ungefähr 20 Ampère kann für sich selbst die Beleuchtung für acht bis neun Stunden unterhalten.

Die Glühlampen. Der Wagen enthält vier Abteilungen zu je sechs Plätzen, ein Wasserklosett und einen Seitengang mit Thüren und Harmonikaverbindung an jedem Ende zur Verbindung mit den anderen Wagen des Zuges. Jede Abteilung wird mit zwei neunkerzigen Lampen mit Opalglocken erleuchtet, welche an der Decke angebracht sind. Fünf gleiche Lampen dienen zur Beleuchtung des Wasserklosetts und des Ganges. Es sind dies zusammen 13 Glühlampen von je 9 Kerzen, von denen jede 1,22 Ampère bei 15 Volt verbraucht.

An einem Ende des Ganges befindet sich im Inneren des Wagens ein Einschalter für das Entzünden bezw. Löschen sämtlicher Lampen des Wagens, welcher nur mittels eines besonderen Schlüssels bedient werden kann. Ausserdem befindet sich in jeder Abteilung des Wagens eine Einschaltvorrichtung, mittels welcher die Lampen von den Reisenden heller oder dunkler gestellt werden können. Die letztere ist folgendermassen eingerichtet:

Die beiden Lampen jeder Abteilung sind parallel eingestellt, wenn der Griff des Umschalters nach rechts geht Wird derselbe nach links gedreht, so geht nur ein schwacher Strom durch dieselben, welcher die Fäden nur rot glühen lässt.

Die Ergebnisse der ersten Versuche. Der Wagen wurde in regulären Dienst zwischen Paris und Vintimille am 27. März v. J. gestellt und machte ausserdem zwei Reisen hin und zurück zwischen Paris und Marseille. Bis zum 1. Juli hatte derselbe seit dem 27. März eine Strecke von ungefähr 29 000 km ohne jede Störung in den elektrischen Beleuchtungsapparaten zurückgelegt. Die Beleuchtung war vorzüglich und ruhig, abgesehen von einer geringen Schwankung bei einer Geschwindigkeit von 45 bis 50 km in der Stunde, bei welcher der Dynamo an Stelle der Batterie und umgekehrt trat. Diese Schwankung ist zwar sehr gering, doch wird auch diese bei den neuen Einrichtungen vermieden werden.

Anstatt eines Dynamo in jedem Wagen wird künftig ein einziger in einem Packwagen untergebracht werden, welcher von einer Achse desselben getrieben werden und die nötige Beleuchtung für alle Wagen des Zuges liefern wird. Der Strom wird durch zwei die Wagen miteinander verbindenden Leitungen übertragen werden und jeder Wagen wird nur mit einer Akkumulatorenbatterie und einem Regulator mit automatischem Ein- und Ausschalter versehen sein.



Der Schiffbau der Welt im Jahre 1899.

Das Institut, *Lloyds* genannt, hat sein jährlich erscheinendes Register der britischen und ausländischen Schiffahrt für das Jahr 1899 zur Veröffentlichung gebracht, welchem die Statistik für den Schiffbau im In- und Auslande beigefügt ist. Danach war, wie wir einem Bericht der *Vossischen Zeitung* entnehmen, 1899 ein Jahr bisher unerreichter Thätigkeit für das Gewerbe; früher pflegte das Jahr 1889 als das der höchsten Leistungsfähigkeit herangezogen zu werden, aber dessen Zahlen wurden bereits 1898 und noch weit mehr 1899 übertroffen. Nach *Lloyds* wurden hergestellt:

	Handelsschiffe		Kriegsschiffe		zusammen	
	Zahl	t	Zahl	t	Zahl	t
auf engl. Werften	726	1 416 791	35	168 590	761	1 585 381
kol. u. ausl. „	543	704 947	56	176 170	599	881 117
	1269	2 121 738	91	344 760	1360	2 466 498

Trotz der grossen Fortschritte, die Deutschland und andere Länder im Schiffbau in den letzten Jahren errungen haben, stellt die englische Herstellung noch immer den grössten Teil der Gesamtzahl dar. An zweiter Stelle erscheinen die Vereinigten Staaten mit 225 000 t; darunter befinden sich aber 11 Dampfer von über 4000 t nebst zwei Segelbarken von je 5000 t, die nicht für den Welthandel, sondern für den Verkehr auf dem Seengebiet Verwendung finden. Würden diese ausser acht gelassen, so kämen die deutschen Werften mit einer Erzeugung von 211 000 t an die zweite Stelle; immerhin aber stellt unser Schiffbau nur erst etwas über den achten Teil des englischen dar. Frankreich hat trotz der für den Schiffbau gewährten Staatsprämien es nur auf 90 000 t Schiffsraum gebracht, und diese bestehen zum grossen Teile aus dem in anderen Ländern fast ganz verlassenen Bau von Seglern.

Das Verschwinden der Bedeutung der Segelschiffe tritt, wie die nachstehende Tabelle zeigt, besonders im englischen Schiffbau zu Tage. Es wurden nämlich auf englischen Werften hergestellt in den Jahren:

	Dampfschiffe		Segelschiffe		zusammen	
	Zahl	t	Zahl	t	Zahl	t
1888	458	757 081	81	80 959	539	838 040
1889	595	1 083 793	95	125 568	690	1 209 361
1890	651	1 061 619	92	133 086	743	1 194 705
1891	641	878 353	181	252 463	822	1 130 816
1892	512	841 356	169	268 594	681	1 109 950
1893	438	718 277	92	118 106	530	836 383
1894	549	964 926	65	81 582	614	1 046 508
1895	526	904 991	53	45 976	579	950 967
1896	628	1 113 831	68	45 920	696	1 159 751
1897	545	924 382	46	28 104	591	952 486
1898	744	1 363 318	17	4 252	761	1 367 570
1899	714	1 414 774	12	2 017	726	1 416 791

Noch 1892, wo man versuchte, den Gebrauch von Segelschiffen durch Verwendung metallener Schiffsbeläge zu fördern, entfielen von den in England hergestellten 1 109 950 t Schiffsraum 268 594 t auf Segler und 841 356 t auf Dampfer. Seitdem ist aber mit der Einführung von Triple- und Quadrupleexpansionsmaschinen die Erkenntnis erwacht, dass Segelschiffe durch die geringere Zahl der auszuführenden Reisen für Ozeanreisen nicht mehr wettbewerbsfähig seien, und deren Herstellung ist denn auch mehr und mehr zurückgegangen und beträgt jetzt kaum noch 0,14 % der Gesamterzeugung.

Das vergangene Jahr hat damit neben der Höchstziffer der Menge noch einen anderen Rekord erzielt, nämlich den der grössten Leistungsfähigkeit des gebauten Schiffsraumes in Bezug auf die jährliche Transportfähigkeit. Auch das verwendete Material hat sich allmählich verbessert; es wurde das Eisen für den Belag verlassen und mehr und mehr zu stählernen Belägen übergegangen, so dass in 1899 98,8 % des Tonnengehaltes den letzteren und nur 1,2 % den ersteren tragen. Der Eisenkörper wurde auch fast nur für kleinere Schleppschiffe gewählt.

An Verlusten der englischen Flotte durch Schiffbruch u. s. w. werden 273 000 t aufgeführt; von diesen betrafen 198 000 t Dampfer und 75 000 t Segler; der grosse Prozentsatz der letzteren bildet wiederum einen Grund dafür, von der Herstellung von Seglern mehr und mehr abzugehen. Ebenso befinden sich unter der an sich bedeutenden Zahl des nach fremden Ländern verkauften Schiffsraums von 640 000 t nicht weniger als 121 000 t Segelschiffe. England kaufte dagegen von kolonialen und fremden Schiffseignern im Jahre 1899 77 000 t Schiffsraum (davon 68 000 t Dampfer und 9000 t Segler). Im ganzen hat der Bestand an Seglern sich um 185 000 t verringert, während der an Dampfern sich um 498 000 t vermehrte, so dass im ganzen eine Zunahme der englischen Handelsflotte um 313 000 t zu verzeichnen ist. Für fremde Länder wurde in England im verflossenen Jahre etwa 267 000 t Schiffsraum fertiggestellt, ausserdem über 47 000 t an Kriegsschiffen für Japan, die Vereinigten Staaten, Oesterreich-Ungarn und Russland, zusammen also 314 000 t. Der Bau von Handelsschiffen für fremde Rechnung ist somit von 22 % der Gesamterzeugung in 1898 auf 19 % in 1899 zurückgegangen. Deutschland blieb dabei der beste Kunde; es bezog im vorigen Jahre noch 19 Schiffe mit 68 057 t Gehalt, Oesterreich-Ungarn 12 Schiffe mit 36 837 t, Norwegen 28 419 t, Spanien 25 586 t und Dänemark 23 597 t.

Zu Beginn des neuen Jahres sind auf englischen Werften 1 306 751 t Schiffsraum im Bau begriffen, nämlich 1 297 497 t Dampfer und 9254 t Segler, was allerdings um 95 000 t hinter der Ziffer für Ende 1898 zurücksteht, wo 1 401 857 t, nämlich 1 398 291 t Dampfer und 2796 t Segler, in Arbeit befindlich waren. Die Abnahme ist zum grössten Teile erst im zweiten Halbjahr eingetreten. Der Bau von Kriegsschiffen erreichte im Juni 1899 mit 452 000 t die höchste bisher verzeichnete Ziffer. Vor 6 Jahren waren nur 95 000 t im Bau, im Dezember 1898 410 000 t, augenblicklich noch 423 000 t.

Eine interessante Ergänzung hierzu bilden die auf S. 83 d. Bd. verzeichneten Zahlen über die Hamburger Reederei. *-h.*

Bücherschau.

Ein lenkbares Luftfahrzeug. Von *Michel Blümelhuber*. Mit 4 Tafeln. Weimar. Verlag von Karl Steinert. 1899. Preis 2,40 M.

In diesem, in anziehender Form verfassten Werkchen gibt der Verfasser auf S. 5 bis 8 einen Rückblick auf die aeronautischen Bestrebungen von *Montgolfier* und *Charles*, erörtert und entscheidet auf S. 9 bis 34 die Frage: „Flugmaschine oder Ballon" zu Gunsten des Ballons, lässt darauf auf S. 35 bis 40 einen Ueberblick folgen über die hauptsächlichsten Versuche für die Lenkbarmachung ballonähnlicher Luftfahrzeuge, bespricht auf S. 74 bis 88 die zeitgenössischen Projekte für die Lenkbarmachung ballonähnlicher Luftfahrzeuge (darunter General Graf *Zeppelin*'s Projekt), während er auf S. 41 bis 73 das von ihm erfundene Luftfahrzeug beschreibt.

Dieses Luftfahrzeug besteht danach aus einem linsenförmigen Ballon, welcher mit einer festen Achse versehen ist, derart, dass dieselbe mit ihren Enden vorn und rückwärts aus dem Ballon hervorragt, an welchen vorne ein kleiner Elektromotor und eine Luftschraube, rückwärts dagegen das Steuer angebracht ist. In einer Zelle unterhalb des Fussbodens der an dem Netzwerk des Ballons hängenden Gondel ist eine Akkumulatorenbatterie von 40 kg per Pferdekraft untergebracht, die den Strom an den Elektromotor in einem lose von demselben herabhängenden Leitungsdraht zum Antrieb der Schraube abgibt. Während die Steuerung des Luftfahrzeuges in der horizontalen Ebene mit dem am rückwärtigen Ende der Ballonachse angebrachten Steuer auf die gleiche Weise wie bei einem Wasserfahrzeuge bewirkt wird, erfolgt dagegen die Steuerung in der vertikalen Ebene (schräg aufwärts und schräg abwärts) durch Verlegung des Schwerpunktes des mobilen Gondelgewichtes, indem mittels Seil von der Gondel aus an dem einen oder dem anderen Ende der Ballonachse gezogen wird, wodurch dieselbe in die erforderliche Schrägstellung gelangt. Zur Verminderung des Slip soll die Luftschraube mit einem borstenartigen Fell überzogen werden.

Durch die Arbeit der Schraube soll das Fahrzeug, ohne Ballast auszuwerfen, aus dichteren in dünnere Luftschichten in schräger Richtung emporsteigen und ohne Gas zu opfern aus dünneren in dichtere Luftschichten wie ein kreisender Vogel hinabdringen.

Es wäre für die Ballonluftschiffahrt gewiss von grossem Vorteil, wenn ihr mit dem beschriebenen interessanten Fahrzeuge wenigstens eine ganz geringe, brauchbare Lenkbarkeit gelingen würde; die hochgespannten Erwartungen des Erfinders aber können sich in keinem Falle erfüllen, da er der bewegenden Kraft weit mehr zumutet, als sie zu leisten vermag.

Dass das Fahrzeug gegen einen Sturm, d. i. nach der *Beaufort*'schen Skala 17 bis 28 m Windgeschwindigkeit pro Sekunde nicht anzukämpfen vermag, gibt der Erfinder selbst zu, übersieht aber oder unterschätzt den zu bewältigenden Stirnwiderstand, der bei einer Fahrgeschwindigkeit von über 17 m pro Sekunde, wie sie von einem wirklich brauchbaren Luftschiff erwartet werden darf, dasselbe bedeutet wie Sturm.

Wegen der zu geringen Kraft wird auch die schräge Auf- und Niederbewegung des Fahrzeuges in einen sehr geringen Höhenunterschied eingeschlossen sein.

Der Holzbau, umfassend: Den Fachwerk-, Block-, Ständer- und Stabbau und deren zeitgemässe Wiederverwendung. Für den Schulgebrauch und die Baupraxis bearbeitet von *Hans Issel*, Architekt und kgl. Baugewerkeschullehrer zu Cassel. Mit 400 Textabbildungen und 12 Tafeln. Leipzig. Bernh. Friedr. Voigt. 1900. Preis 5 M.

Arnold Bergsträsser Verlagsbuchhandlung (A. Kröner) Stuttgart.
Druck der Union Deutsche Verlagsgesellschaft ebendaselbst.



DINGLERS
POLYTECHNISCHES JOURNAL.

81. Jahrg., Bd. 315, Heft 9. Stuttgart, 3. März 1900.

Jährlich 52 Hefte in Quart. Abonnementspreis vierteljährlich 6 M., direkt franko unter Kreuzband für Deutschland und Oesterreich 6 M. 65 Pf., für das Ausland 7 M. 30 Pf. Redaktionelle Sendungen und Mitteilungen bittet man zu richten: An die Redaktion von „Dinglers Polytechn. Journal“ in Stuttgart, die Expedition betreffende Schreiben an Arnold Bergsträsser Verlagsbuchhandlung (A. Kröner) Stuttgart.



Variable Uebersetzungen für Fahrräder in hygienischer und technischer Beleuchtung.

Von Ingenieur **A. Hoelken** in Charlottenburg und Dr. **Paul Richter** in Berlin.

(Schluss von S. 121 d. Bd.)

Auf einer anderen Grundlage als die Arbeit von Prof. *F. v. Rziha* in Wien, ist diejenige von Stabsarzt Dr. *Sehrwald* in Freiburg i. B.[5]) aufgebaut. Letzterer erörtert *Versuche* auf verstellbarer, einesteils glatter, anderenteils mit rauhem Kokosläufer bedeckter und verstellbarer Holzbahn, und welche für jeden, der sich des Näheren für diese wissenschaftlichen Ergebnisse interessiert, von hohem Werte sind.

„*Der Kraftverbrauch beim Radfahren.* Diese Frage hat jetzt durch *Sehrwald* eine erschöpfende Beantwortung gefunden. *Reibung*, *Luftwiderstand* und *Steigung des Weges* sind die Hauptwiderstände bei der Fahrt. Um beim Zweirad die Reibung der Räder am Erdboden und den Achsen zu überwinden, ist dieselbe Kraft erforderlich, die den 66. Teil der Gesamtlast von Rad plus Fahrer um die Länge der Fahrstrecke senkrecht in die Lüfte heben würde. Wer samt Rad 100 kg wiegt, und in der Ebene 5 km fährt, hat somit allein für den Reibungswiderstand eine Kraft aufwenden müssen, mit der er ein Gewicht von 1½ kg auf den Gipfel des Montblanc hätte heben können. Viel wichtiger noch ist der Widerstand der Luft. Während dieser bei langsamster Fahrt von 1 m in der Sekunde nur $^1/_{30}$ der für die Reibung erforderlichen Arbeit verlangt, ist für die schnellste Fahrt von 17 m in der Sekunde 289mal so viel nötig. Diese kolossale Zunahme rührt daher, dass der Luftwiderstand mit dem Quadrat der Fahrgeschwindigkeit wächst. Bei einem Tempo von 1 m in der Sekunde braucht der erwachsene Fahrer zu einer Fahrstrecke von 1 km allein für den Luftwiderstand eine Kraft, mit der er ein Gewicht von 62 kg auf einen Tisch von 1 m Höhe heben würde. Fährt er die gleiche Strecke 5mal so schnell, so würde er mit der nur zum Durchbrechen der Luft aufgewandten Arbeit 1562 kg auf den Tisch heben können, bei 10 m Geschwindigkeit steigt das entsprechende Gewicht auf 6250 kg und bei 15 m auf 14062 kg oder 281 Zentner. Bei Wettfahrten benutzen die Rennfahrer deshalb andere Fahrer, wie Schrittmacher, die für sie die Luft durchbrechen müssen und dem Fahrer so bis zu ⅔ seiner Arbeit abnehmen können. *Gegenwind wirkt wie eine entsprechende Fahrtbeschleunigung* (Vergrösserung des Arbeitsaufwandes. D. R.). Bergan muss die Last von Rad plus Fahrer natürlich auf die erreichte Höhe gehoben werden, für 1 km von 2 % Steigung, also auf 20 m. *Erst eine Steigung des Weges von 14 %* würde die *gleiche Mehrarbeit* verlangen wie der *Luftwiderstand bei 15 m schneller Fahrt.* Der geübteste Fahrer[6]) entwickelt, wenn er *24 Stunden* durchfährt, dauernd ⅕ bis ¼ PS, bei einer Fahrt von nur *1 Stunde* aber ¾ PS, und für die kurze Zeit von ⅓ Minute kann er seine Leistung sogar auf 1¾ PS steigern. Mit der *gleichen Kraftmenge*, die *ein Fusswanderer* braucht, kann der *Fahrer* dieselbe Strecke *5- bis 7½mal schneller* zurücklegen, oder bei mittlerer Fahrgeschwindigkeit etwa 3mal so weit kommen, oder endlich wenn er *pro Kilometer* die *gleiche Kraft* aufwenden will wie der Wanderer, könnte er noch 3 bis 4 gleich grosse *Personen* auf seinem Rade mitführen. Wegen der zur Berechnung nötigen Formeln und Tabellen und zahlreicher weiterer wertvoller Ergebnisse und Anregungen müssen wir auf die Arbeit selbst verweisen.“ (*Berl. Tagbl.*)

Von den zehn Faktoren, welche die beim Radfahren aufgewandte Arbeit ergeben, nämlich

I. der Arbeit zur Ueberwindung der Reibung,
II. „ „ „ „ „ Steigung des Weges,
III. der Arbeit zur Ueberwindung der Trägheit oder des Beharrungsvermögens des (belasteten) Rades,
IV. der Arbeit zur Ueberwindung des Luftwiderstandes,
V. „ „ „ „ „ Gegenwindes,
VI. der zum Bremsen erforderlichen Arbeit,
VII. anderen Momenten, die beim Radfahren die Arbeit erhöhen,
VIII. dem Kraftaufwand der Beine,
IX. der Gesamtarbeit beim Radfahren und ihr Vergleich mit der Leistung des Fussgängers,
X. der maximalen Arbeitsleistung beim Radfahren,

bilden die vier ersten die zunächst in Betracht kommenden Hauptfaktoren.

Um nicht zu sehr aus dem Rahmen dieser Abhandlung hinauszugehen, möge aus den der Berechnung der einzelnen Formeln zu Grunde gelegten Betrachtungen nur das folgende herausgegriffen sein.

II. . . . „Da mit dem Dreirad nur geringere Fahrgeschwindigkeiten möglich sind, werden für den Dreiradfahrer auch die Höhen relativ anstrengender, als für den Fahrer auf dem Zweirad, weshalb es sich empfiehlt, stets *bergauf langsam* zu fahren. Etwas anderes ist es, wenn man in der Ebene bis an den Fuss der Anhöhe einen kräftigen Anlauf nimmt. Man speichert dadurch eine gewisse Menge lebendiger Kraft in dem Rade auf, die beim Verlangsamen des Fahrtempos bergan zum Nehmen der Höhe mit zur Verwendung kommt.

Welche Steigung sich ein Fahrer noch zumuten darf

[5]) *Archiv für Hygiene,* 1898 Bd. 32 Heft 4 S. 353 bis 510.

[6]) 24 Stundenrekord ohne Schrittmacher in der Bahn — 516 km 796 m — 1457587 mkg — ⅕ bis ¼ PS.
1 Stundenrekord ditto — 38220 km — 192082 mkg — ¾ PS.
Zeitrekord ⅓ Minute (Bahnrunde) 333 m — 2938 mkg — 1¾ PS.



und welches Tempo er bei einer bestimmten Steigung einhalten muss, um sich nicht zu überanstrengen, kann er aus dem Schema am Schluss leicht ersehen. Vermag er in der Ebene längere Zeit ohne Beschwerde noch ein Fahrtempo von 6 m in der Sekunde einzuhalten, so ergibt das Schema A, dass er pro Kilometer 3750 mkg längere Zeit aufzubringen vermag. Die Zahlen für die Steigung sagen ihm, dass eine *Steigung von 4 %*, die allein schon ein *Plus von 4500 mkg pro Kilometer* erfordert, für ihn nicht mehr bezwingbar ist. Bei einer Fahrgeschwindigkeit von 1 m, die für die Reibung allein 1562 mkg pro Kilometer verlangt, bleibt ihm für die Steigung noch ein Arbeitsvorrat von 2118 mkg. Mit diesen kann er nur knapp noch 2 % Steigung bewältigen. Bei einem Tempo von 4 m, das in der Ebene 2200 mkg beansprucht, bleiben ihm 1250 mkg. Diese genügen aber nur für eine Steigung von 1 % und wenig mehr. . . .

V. . . . Der *Gegenwind* kann in Rücksicht auf den Arbeitszuwachs auch einer *Steigung des Weges gleich gesetzt* werden. Eine Steigung von 1 % erfordert ungefähr die gleiche Mehrarbeit, wie ein Gegenwind (oder eine Fahrbeschleunigung) von 4 m in der Ebene und bei aufrechter Haltung des Fahrers. Folgende Tabelle gibt die *Stärke des Gegenwindes* an, der einer *Steigung von 1 bis 10 % entspricht* (Schema D).

Steigung	Geschwindigkeit des Gegenwindes oder Fahrbeschleunigung bei aufrechter Haltung
1 % Steigung	4,0 m
2 % „	6,0 m
3 % „	7,5 m
4 % „	8,5 m
5 % „	9,5 m
6 % „	10,3 m
7 % „	11,0 m
8 % „	12,0 m
9 % „	13,0 m
10 % „	13,5 m

Stärkere Steigungen als 3 % sind für die Mehrzahl der Fahrer schon *recht anstrengend*. Dementsprechend sollte daher auch *nicht* gegen einen *stärkeren Wind* als von *7,5 m* gefahren werden. Gute Fahrer zwingen noch eine Steigung von 7 % oder einen *Gegenwind von 11 m*. Das *entspricht* schon der *Arbeit* bei der *besten Rekordleistung*, aufrechten Sitz angenommen. Ausnahmsweise werden noch Steigungen von 10 % bewältigt. Das kommt einem Gegenwind oder einer Fahrbeschleunigung von 13,5 m gleich. Bei aufrechter Haltung würde das über 2 PS erfordern, wäre also unmöglich, und kann nur noch bei Rennhaltung geleistet werden. Meist wird eine solche Steigung aber in Zickzacklinien gefahren und dadurch der relative Betrag der Steigung bedeutend vermindert. . . .

Bei langsamster Fahrt von 1 m würde sich der beste Rennfahrer gegen einen Orkan[7]) noch eben einige Minuten mühsam vorwärts arbeiten können. . . .

Treibender Wind kann dem Fahrer die gesamte Arbeit abnehmen. Wird der treibende Wind übersehen, so hält sich der Fahrer an diesem Tag meist für besonders leistungsfähig, dehnt die Fahrt ungewöhnlich aus und hat auf der *Rückfahrt* dann die ungewöhnlich grosse Strecke *gegen* einen kräftigen *Wind* zu fahren. Das mag eine ebenso häufige Ursache für die Ueberanstrengungen gerade auf der Rückfahrt sein, wie der Alkoholgenuss am Ziel der Fahrt, der die Leistungsfähigkeit der Herz- und Körpermuskulatur stark herabsetzt. . . .

IX. . . . Der *Radfahrer* kann eine *viel grössere Last an Gepäck* mit sich befördern, als der *Fussgänger*. Will der Fahrer pro Kilometer die gleiche Arbeitsmenge aufwenden, wie der Wanderer, 6000 mkg, so hat er bei gleicher Geschwindigkeit noch einen Ueberschuss von 4315 mkg und kann mit diesen noch ein Mehrgewicht von 570 Pfund transportieren. Er würde also noch 3 bis 4 mittelgrosse erwachsene Personen auf seinem Rad mit fortbewegen können, wenn diese so hintereinander sitzen, dass sie den Luftwiderstand nicht wesentlich erhöhen. Eine *Ausrüstung des Rades* mit einer *kleinen Schnellfeuerkanone von 20 kg*, wie man sie in Amerika versucht hat, oder mit anderer kriegsmässiger Ausrüstung stellt also noch *gar keine ungebührlichen Anforderungen an den Fahrer*.

. . . Wiegt der Fussgänger, wie der Fahrer, 80 kg, so braucht der Fussgänger bei einer Steigung von 3 % bergauf für 1 km 8400 mkg, während der *Fahrer* bei *gleicher Geschwindigkeit* und Arbeitsgrösse eine Steigung von 6 % nehmen könnte. Erst bei einer Steigung von 13⅓ % wird die Arbeit des gleichschweren Fahrers und Fussgängers gleich.

Demgegenüber hat der *Fussgänger* den *Vorteil*, dass er sein Tempo in jedem gewünschten Grad *verlangsamen* kann, wozu der *Radfahrer nicht* im stande ist, da bei zu langsamer Fahrt das Rad umstürzen würde. Der Rekord der langsamsten Fahrt beträgt jetzt 600 m in 28 Minuten. . . .“

Bei Fahrt mit *erhöhtem Widerstande* (bergan oder bei starkem Gegenwind) lässt sich mit *normaler Uebesetzung* dieses *Minimum* von *Fahrgeschwindigkeit* natürlich *nicht* erreichen, weil einesteils die Anforderungen an den Kraftverbrauch noch höhere sind, und daher weniger Kraft zum Balancieren und Lenken verwandt werden kann; andererseits die *Ueberwindung* des toten Punktes, d. i. die Stellung der Tretkurbeln, in welcher diese nahezu in gleicher Richtung mit den Füssen des Fahrers stehen, dem erhöhten Widerstande entsprechend *erschwert* wird, weil bei solchen die den sich drehenden Laufrädern und dem sich fortbewegenden Fahrrade innewohnende lebendige Kraft weniger zur Ueberwindung der toten Punkte beitragen kann. Die untere Grenze der niedrigsten Fahrgeschwindigkeit wird also, zumal bei erhöhtem Widerstande, um so höher liegen, je höher die Uebersetzung ist, so dass auch rein praktisch die *Uebersetzung* um so *kleiner* zu wählen ist, je *grösser* der *Widerstand* ist. Auch aus dieser Betrachtung beweist sich also infolge der stets wechselnden Grösse des Fahrwiderstandes der Wert einer *variablen* Uebersetzung — wie derselbe oben auch schon theoretisch im Anschluss an die Berechnungen des Prof. *Ritter Fr. v. Rziha* in Wien erwiesen wurde.

Stabsarzt Dr. *Sehrwald* sagt weiter unter IX. . . . „Selbstverständlich darf der Arzt nur die Fahrt bei *aufrechter* Haltung erlauben, und gestattet am besten anfangs *überhaupt nicht* die Fahrt *bergan*. Will oder muss er aber doch Steigungen mit zulassen, so berechnet man die Steigungen am einfachsten als Gegenwind. In Schema D (s. oben) ist für die Steigung von 1 bis 10 % die Geschwindigkeit des Gegenwindes angegeben, die die gleiche Mehrarbeit wie die betreffende Steigung verlangt. Will man den Fussmarsch von 18 km in 3 Stunden = 108 000 mkg oder 0,133 PS in eine Radfahrt umrechnen, deren Weg 2 % bergan führt, so ersieht man aus D, dass 2 % Steigung einem Gegenwind von 6 m gleichkommen. Bei einem Gegenwind V von 6 m entspricht in Schema A (Kraftverbrauch pro Kilometer bei aufrechter Haltung) die Arbeit von 0,133 PS etwa der Fahrgeschwindigkeit von 2 m (genau ist 0,14 PS = 2 m). Der Kilometer erfordert bei v (Fahrgeschwindigkeit) = 2 m, V (Gegenwind) = 6 m 5500 mkg, *die 108 000 mkg reichen daher zu 19,6 km*.“ Rechnet man denselben Fussmarsch von 18 km in 3 Stunden = 108 000 mkg oder 0,133 PS in eine Radfahrt um mit Windstille ($V = 2$ m, nach Schema A), so ergäbe dieselbe Leistung von 0,14 PS eine Fahrgeschwindigkeit $v = 4$ m bezw. einen Kraftaufwand von 2625 mkg pro Kilometer, so dass *dieselben 1080 000 mkg in 3 Stunden zu 40 km* reichen würden.

Nun entsprechen 19,6 km bei 72"-Uebersetzung = 5,743 m Entwickelung $\frac{19600}{5,743} = 3410$ Kurbelumdrehungen, 40 km dagegen $\frac{40000}{5,743} = 6960$ Kurbelumdrehungen. In dem einen Falle entspräche also eine Kurbelumdrehung, d. h. eine 1malige Kraftäusserung mit dem rechten und mit dem linken Bein $\frac{108000}{3410} = 31$ mkg, im anderen $\frac{10800}{6960}$

[7]) Dr. *Sehrwald* bezeichnet (in Schema A)

mit Orkan:	Gegenwind von ca. 40 m p. Sek.	(entwurz. gr. Bäume)
„ Sturm:	„ „ „ 25-30 m p. Sek.	(„ kl. „)
„ stark:	„ „ „ 20 m p. Sek.	(bewegt schwache Stämme)
„ frisch:	„ „ „ 15 m p. Sek.	(bewegt grössere Zweige)
„ mässig:	„ „ „ 10 m p. Sek.	(bewegt kl. Zweige)
„ schwach:	„ „ „ 3-6 m p. Sek.	(„ Blätter)
„ Windstille:	„ „ „ 0-2 m p. Sek.	

= 16 mkg. Es werden also in dem einen Falle zweifellos unverhältnismässig viel höhere Anforderungen an die Muskelkraft der Beine gestellt; im Mittel würde der Kraftaufwand pro Kurbelumdrehung $\frac{31 - 16}{2} = 23{,}5$ mkg betragen, was $\frac{108\,000}{23{,}5} = 4595$ Kurbelumdrehungen für die Gesamtleistung von 108 000 mkg entspräche. Nehmen wir nun abermals an, dass der Aufwand an Muskelkraft der Beine pro Kurbelumdrehung das eine Mal bei bedeutend erhöhtem Widerstande um 20 % höher sein darf, als das andere Mal, dass also auch die Tretgeschwindigkeit um etwa 20 % differiere, so ergäbe dies für das eine Mal 4595 (statt 3410), das andere Mal 4595 — 20 % = 5519 (statt 6960) Kurbelumdrehungen, was in *einem* Falle bei grösserer Kraftanforderung an die Beine einer *Entwickelung* von $\frac{19\,600}{4595} = 4{,}27$ m oder einer *Uebersetzung von 53,5 Zoll*, im *anderen* Falle einer *Entwickelung* von $\frac{40\,000}{5514} = 7{,}25$ *m* oder einer *Uebersetzung von 91 Zoll* entspräche.

Auch aus dieser an die Ausführungen und Zusammenstellungen des Stabsarztes Dr. *Sehrwald* angelehnte *Betrachtung* springt der *Vorteil* einer *variablen* Uebersetzung in die Augen zum Zwecke, die von den Beinen abzugebende Muskelkraft soweit thunlich dem Fahrwiderstande anzupassen. Dieselben Vorteile wie oben bietet eine veränderliche Uebersetzung natürlich auch bei *starkem Gefälle*, wo die treibende Kraft (Anziehungskraft der Erde) so gross wird, dass die Fahrgeschwindigkeit trotz Bremsen und *Gegentreten mit zu hoher Uebersetzung* nicht in vernünftigen Grenzen gehalten werden kann, und weist die Statistik ja viele Fälle auf, in denen Unvorsichtigkeit in solchen Fällen, zumal bei nicht zu übersehendem Gelände, den Tod des betreffenden Fahrers zur Folge hatte.

Das *Ideal* für den Tourenfahrer wäre nun natürlich eine zwischen einer höchsten und einer niedrigsten Grenze *beliebig* zu variierenden Uebersetzung, und ist eine solche ja auch konstruktiv in einfachster Weise auszuführen durch Friktions-(Reibungs-)antrieb mit einer in der Achsenrichtung verschiebbaren, von einer Reibungsscheibe der Tretkurbelachse aus betriebenen Rolle. Es sind daher auch wiederholt derartige Konstruktionen vorgeschlagen worden, doch leuchtet es sofort ein, dass ein *derartiger* Antrieb *praktisch unausführbar* ist, indem bei der *stossweisen* Kraftäusserung auf die Tretkurbelachse die Dimensionen ausserordentlich gross sein müssten, ausserdem müsste — bei bedeutend stärkerem Rahmenbau bezw. Gewichtsverdoppelung — die Reibungsrolle so stark an die Scheibe angepresst werden, dass — selbst bei denkbar bester Kugellagerung — eine enorme *Kraftverschwendung* durch die bei Uebertragung der Kraft auf das Laufrad entstehende Reibung entstehen würde. Während so dieser Idealreibungsantrieb also von vornherein zu verwerfen ist, dürfte die gestellte Aufgabe praktisch eher zu lösen sein mit einer Konstruktion, die etwa zwei verschiedene Uebersetzungen aufweist, und zeigen die obigen Berechnungen ja auch, dass die grössten bezw. praktisch am meisten wiederkehrenden Unterschiede in den Fahrwiderständen bezw. der pro Kurbelumdrehung abzugebenden Muskelkraft mit zwei verschiedenen Uebersetzungen in der Hauptsache auszugleichen sind.

Eine *sehr einfache* Lösung des Problems war daher der von *Hugo Exner* in Wien erfundene Antrieb mit zwei oder gar drei verschieden grossen Kettenkränzen vorn an der Kurbelachse und hinten an der Laufradnabe; um die Kette von einem Radkranz auf einen anderen zu legen, wurde das *auf einen Excenter befestigte Kettenrad* gelockert, die Kurbelachse etwas gedreht, wodurch die *Kettenspannung aufgehoben* war. Immerhin erforderte die Manipulation ½ Minute Arbeit bei stillstehendem Fahrrade, so dass ein in Gesellschaft mit dieser Vorrichtung Fahrender stets 150 bis 200 m zurückblieb, wenn er von dem Vorteile derselben Gebrauch machen wollte, so dass dies 1895 bei *Dürkopp* (Bielefeld) hergestellte System keine weitere Verbreitung fand. An eine zweckentsprechende variable Uebersetzung muss also *auch* die Anforderung gestellt werden, dass sie *im Augenblick* — wenn nicht durch ein blosses Augenzwinkern, so doch durch Umlegen bezw. Niederdrücken eines in der Nähe der Lenkstange befindlichen Hebels — bei *schnellster Fahrt* geändert werden kann.

Auch dieser Anforderung lässt sich genügen durch Verwendung von *zwei abwechselnd zu kuppelnden Treibketten* und zwei Kettenräderpaaren, so dass immer *ein Antrieb leer* mitläuft. Derartige Konstruktionen wurden auch ausgeführt, so von der *K. und K. priv. Maschinenfabrik M. Bernhardt's Söhne* in Wien, welche vor einigen Jahren ihr „Herkules"-Kraftrad mit Klauenkuppelung zum abwechselnden Kuppeln der einen oder anderen Kette ausführte; in *verbesserter Form* brachten dann 1897 die *Duplex-Fahrradwerke* in Berlin das *Zweikettenrad*, *System Schweers* (vgl. *D. p. J.* 1898 **308** 234 Fig. 38 bis 43), mit sich drehenden Kuppelbolzen auf den Markt. Dass dies nicht noch grössere Erfolge aufzuweisen hat, liegt wohl — abgesehen von der unzweckmässigen Ausbeutung der Sache vom kaufmännischen Standpunkte (Anbringung der Neuerung nur an eigener Marke), welcher weiter unten noch erörtert werden soll — zumeist an dem unschönen Aussehen des sich mit dem ziemlich komplizierten Umschalteapparat drehenden Hinterrade, und besonders daran, dass zwei Ketten vorhanden und stets beide im Betrieb sind.

Zur Konstruktion einer variablen Uebersetzung mit nur einer Kette ist es das Nächstliegende, auf die Drehbank zurückzugreifen bezw. eine zweite Vorgelegeachse neben der Tretkurbelachse anzuordnen, welche durch Zahnräder die Bewegung von letzterer erhält und die Kraft ebenso auf das Kettenrad weiter bezw. zurück überträgt. Doch ist das Prinzip schon aus dem Grunde zu verwerfen, weil die *Zähne* der bei starker Vibration und Kraftäusserung *in und ausser Eingriff gebrachten* Zahnräder sehr bald brechen — von der steten Vermehrung reibender Teile abgesehen. Nach diesem Prinzip ist auch das in Fig. 1 und 2 abgebildete System „La Montaignarde" von *Hektor Gheyseus* konstruiert. Nach einer seiner Zeit im *Fahrrad-Export* wiedergegebenen Beschreibung sind drei Achsen vorhanden, von welchen die Kurbelachse *a* ausser dem Kettenrad *d*, welches sich auf Hülse *c* dreht und einer durch Ring *m* achsial verschiebbaren Kuppelung noch zwei Zahnräder *b b* trägt.

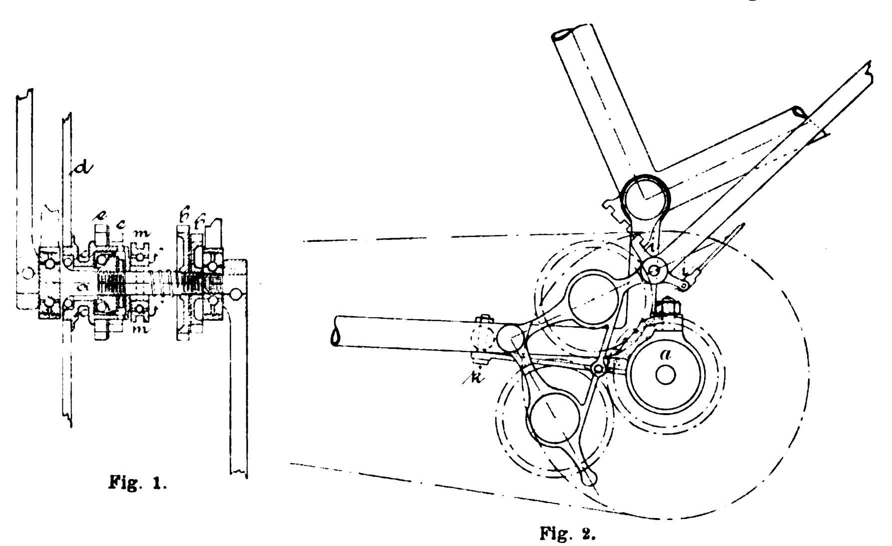


Fig. 1.

Fig. 2.
Variable Uebersetzung „La Montaignarde" von Gheyseus.

Die beiden anderen Achsen tragen Zahnräderpaare, welche mit diesen Zahnrädern *b b* und den auf der Kettenradbüchse befestigten Stirnrädern *e e* in Eingriff gebracht werden, und so zwei verschiedene Uebersetzungen erzeugen. Eine dritte Uebersetzung kann dadurch erzielt werden, dass die Kettenradbüchse *c* durch Kuppelung *f* direkt mit Achse *a* verbunden wird, in welchem Fall natürlich die

Stirnräder ausser Eingriff gebracht sein müssen. Die drei Stellungen der Vorgelegeachsen können durch Hebel *k* und Sperrstück *i* festgestellt werden, während das Kuppelstück *f* durch den damit mittels Sondermechanismus verbundenen Hebel *k* verschoben wird. Durch Versagen desselben, wenn z. B. Kuppel *f* und gleichzeitig eines der Stirnräderpaare in Eingriff kommen, was einen sofortigen Stillstand des Rades oder Kettenbruch zur Folge haben müsste, können die alten Hochradkopfstürze unfreiwillig imitiert werden.

Besser schon war das Collier two-speed-gear mit exzentrischer Anordnung der Achse zum Kettenrade und abwechselnder Kuppelung beider Teile oder Arretierung der grossen das Kettenrad tragenden Büchse mit Uebertragung von der Achse auf das Kettenrad durch Bolzenrad und Innenzahnung, ausgeführt von der *Crypto-Gear Company* in London (vgl. *D. p. J.* 1896 **301** 176 Fig. 5 bis 7). Durch sein riesiges Gewicht, fünf Kugelreihen, Anordnung des Kettenrades auf einem separaten Aeoluslager und wohl durch das starke Klappern konnte auch dies System nicht die genügende Verbreitung finden, um sich dauernd auf dem Markt zu halten.

Der Vorsitzende des Aufsichtsrates der *Fahrzeugfabrik Eisenach*, Baurat *H. Erhardt* in Düsseldorf, konstruierte ebenfalls eine sehr einfache auswechselbare Uebersetzung für kettenlose Fahrräder mit Triebstockübertragung (vgl. *D. p. J.* 1898 **308** 234 Fig. 32 und 235 Fig. 44); derselben gelang es jedoch nicht, sich eine grössere Verbreitung zu schaffen, wegen der der genannten Bewegungsübertragung anhaftenden bekannten technischen Fehler (Kraftverlust und geräuschvolles Arbeiten).

Glücklicher war der Gedanke der Verwendung des Differentialgetriebes zur Erzielung zweier Uebersetzungsverhältnisse mit einer Kette. Mit konischen Rädern ist ein solches an allen besseren Dreirädern zu finden, und zwar in dem hinteren kleinen Kettenrade, und dient dasselbe hier zur Ermöglichung des Kurvenfahrens, da bei solchen doch das eine Hinterrad einen grösseren Kreisbogen zu beschreiben, d. i. mehr Weg zurückzulegen hat, als das andere. Ganz ähnlich wirkt das Crypto-Gear, mit dem Unterschiede, dass keine konischen Räder, sondern Stirnräder vorhanden und die beiden Haupträder (ein Stirnrad und eines mit Innenzahnung) ungleich gross sind.

Clough, Illingworth und Bush in Coventry machten sich dies Getriebe auch nutzbar zur Erreichung des vielgesuchten Problems (vgl. *D. p. J.* 1895 **296** 135 Fig. 44). Das später von *Figini* in Mailand und von *Cohendet*, Paris, etwas abgeänderte System wies jedoch neben dem Umstande, dass die sehr komplizierte Umschaltevorrichtung aussen angebracht und so dem *Schmutz und Staub ausgesetzt* war, wodurch der *Gang* der Maschine sehr *erschwert* wurde, noch den Nachteil auf, dass *beide* Uebersetzungen einen Augenblick während des Umschaltens *zugleich* verbunden waren, was natürlich einen starken Ruck bezw. Schädigung der Bewegungsmechanismen zur Folge hatte. Ausser diesen Uebelständen wiesen auch sowohl Kettenrad als Umschaltevorrichtung ein für ein Fahrrad unverhältnismässig grosses Gewicht auf, und suchte diesem Uebelstande dem Drange der Zeit entsprechend die *J. und R. two speed hub* der *Cleveland Cycle Works* durch Anwendung des Differentialgetriebes der *Hinterradnabe* abzuhelfen — jedoch *auf Kosten der Stabilität*. Denn abgesehen von dem Umstande, dass die *Zähne* des in der Achsenrichtung verschiebbaren Mittelrades des Getriebes *selbst* in und ausser Eingriff entweder mit dem rotierenden Teil oder der Achse gebracht wurden, was bei der Nabengeschwindigkeit von etwa 200 minutlichen Umdrehungen und dem damit verbundenen Ruck schnellen Verschleiss und Bruch dieser Zähne zur Folge haben musste, waren auch die übrigen Teile nicht genügend gegen Staub geschützt und nicht widerstandsfähig genug. *Theoretisch* kann man zwar die *Dimensionen* bei Anwendung an der Laufradnabe infolge der schnelleren Rotation *kleiner* bemessen, doch spielen beim *Fahrrade andere* Faktoren eine grössere Rolle als die theoretische Kraftübertragung, nämlich die ungeheure Inanspruchnahme der Einzelteile durch das fortwährende *Vibrieren, Aufstossen* u. s. w., und schlägt man z. B. selten mit einer Tretkurbel auf einen Stein auf, ohne irgend einen Konus oder eine Kugellagerschale zu brechen, was sich allerdings oft erst später bemerkbar macht.

Von diesem Standpunkt aus weist die vor 2 bis 3 Jahren von der *Cormully und Jeffery Mfg. Co.* auf Wunsch an ihren Rambler Cycles angebrachte und in letzter Zeit auch von den *Attila-Fahrradwerken* aufgenommene Konstruktion dieselben technischen Mängel durch zu schwache Dimensionierung der Einzelteile auf, abgesehen von dem Umstande, dass beim Umschalten das kleine Kettenrad um etwa 10 mm seitlich verschoben und dem Staub hierbei freier Einlass geboten wird, wie aus beifolgender, dem *Cycle-Trader* entnommenen Fig. 3 bis 8 ersichtlich. Das Kettenrad ist nicht mit der Nabe *12* fest verbunden, sondern mit einer Scheibe *2* und einem Zahnrad *3*. Es ist auf einer Büchse *6* in Kugeln gelagert, welch letztere exzentrisch auf der Büchse *7* angeordnet ist. Durch Zahnrad *5* und durch eine in dieses greifende Zahnstange kann Büchse *6* von Hand nach oben (Stellung Fig. 6) und nach unten (Fig. 8) eingestellt werden; dadurch wird auch das Kettenrad *1* mit Zahnrad *3* und Scheibe *2* exzentrisch und gleichzeitig seitlich bewegt, letzteres durch ein in Furche *13 14 15* gleitendes Stück *11*. In der Stellung nach oben (Fig. 3 und 6) dreht sich das Kettenrad auf besonderer

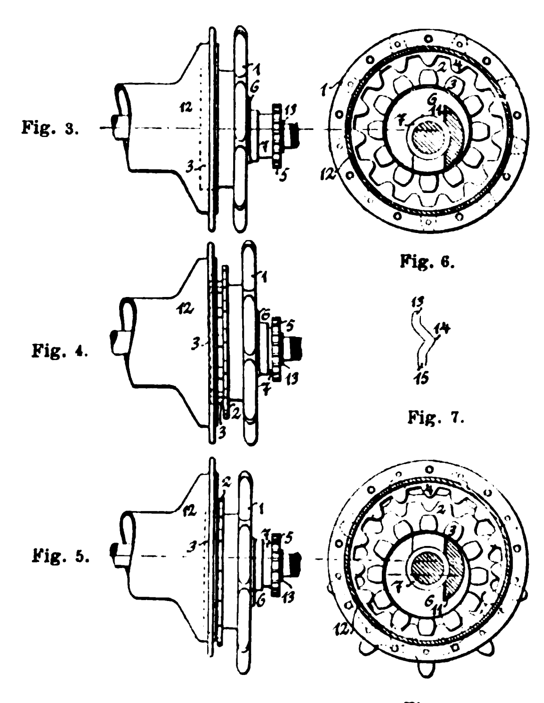


Fig. 8.
Variable Uebersetzung von der Cormully und Jeffery Mfg. Co.

Lagerung neben der Nabe aber ebenso schnell wie diese, weil die gezahnte Scheibe *2* desselben in eine Innenverzahnung *4* der Nabe *12* eingreift. In der Stellung Fig. 5 und 8 greift das mit dem Kettenrad *1* verbundene Zahnrad *3* in die Innenverzahnung der Nabe *12*, letztere dreht sich langsamer als das Kettenrad, welches jetzt etwas aus der Kettenlinie rechts herausgerückt ist, und ist dem Staub dadurch leider Einlass in die Zähne der Scheibe *2* und die Innenzahnung geboten. In der Stellung Fig. 4 ist das Kettenrad noch mehr aus der Kettenlinie nach rechts gerückt, und dem Staub vollends Zutritt in das Innere des Mechanismus geboten.

Der Konstrukteur darf also in dem Drange nach Gewichtsersparnis nicht zu weit gehen, und erübrigen sowohl die Ausführungen und die raumhalber nicht mit citierten Formeln u. s. w. in der Abhandlung von Stabsarzt Dr. *Sehrwald*, als auch frühere Aufsätze (erwähnt seien nur „*1 kg Unterschied*" [8]), Techn. Plauderei von Ing. *Herm. Thümecke* v. Berl. R. C. Borussin, und daran anschliessend „*Welchen Wert hat ein geringes Gewicht des Fahrrades für die Verminderung der Kraftanstrengung?*" [9]) von Ing. *Thusius*, Darm-

[8]) Nr. 7 vom 23. Januar 1897 des *Deutscher Radfahrer-Bund*.
[9]) *Deutscher Radfahrer-Bund* vom 15. und 16. April 1897.

stadt), auf die zuweilen auftauchende und von gewissenlosen Fabrikanten auf Kosten der Knochen ihrer Abnehmer ausgebeutete Ansicht näher einzugehen, dass bei einem Gewichtsunterschiede von 14 und 15 kg wirklich $^1/_{15}$ Arbeitsersparnis vorliege. Citiert seien nur die folgenden beiden bezeichnenden Sätze aus dem ersteren der beiden Aufsätze.

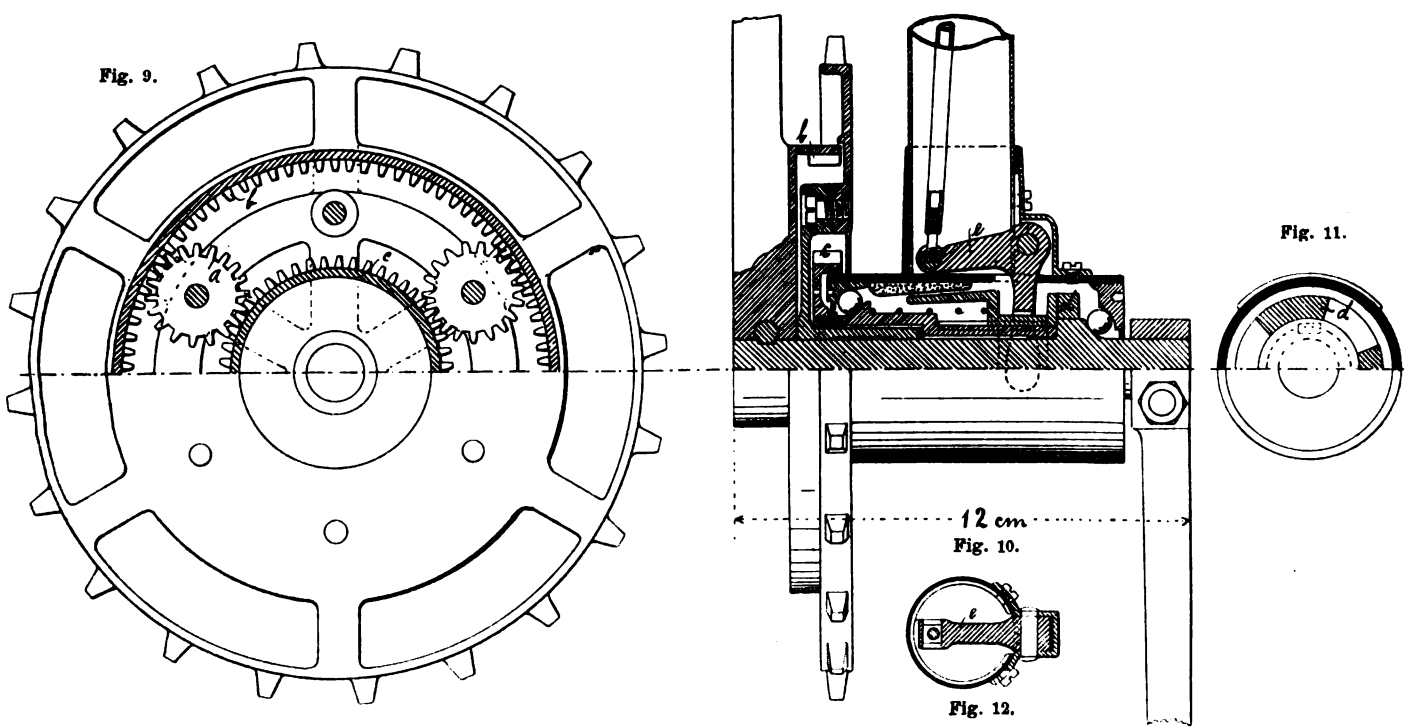
„Mit gleichem Kraftaufwand legt er zurück auf der
15 kg-Maschine 84 km
14 „ „ 85 km;
also doch einen ganzen Kilometer mehr geschunden auf einer ganz netten Tagesfahrt von 84 km *und für diesen einen einzigen Kilometer riskiert er höchstens einen Arm- oder Beinbruch!* ...

... Ferner nimmt er bei gleichem Kraftverbrauch und gleicher Strecke
mit dem 20 kg-Rad eine Steigung 1 : 8400
„ „ 19 „ „ „ „ 1 : 8465.
Glaubst du, den Unterschied fühlen zu können? Ganz gewiss nicht.“

Die geringe Gewichtserhöhung von 500 bis 1500 g der bisher auf den Markt gebrachten Konstruktionen — von den nur auf dem Papier bezw. in Patentschriften vor-

Um diesen in annehmbaren, möglichst allgemeine Einführung nicht behindernden Grenzen zu halten, ist es zunächst erforderlich, dass die betreffende Konstruktion *nicht zu viele Einzelteile* aufweist, sodann müssen diese *automatisch herstellbar* sein; sollen nun die dazu erforderlichen *Spezialeinrichtungen* und Werkzeugmaschinen voll und ganz *ausgenutzt* werden, so müssen die betreffenden Teile in möglichst grossen *Mengen* hergestellt werden, und dies bedingt wiederum, dass nicht eine einzelne Fabrik das betreffende System ausführen und nur an ihrer *eigenen „Marke“* anbringen darf, sondern die betreffende Fabrik oder Gesellschaft muss auch *anderen Fabriken* die fraglichen Teile abgeben und denselben so eine *Beteiligung* an der *Ausbeutung* des *betreffenden Patentes ermöglichen.*

Bei seinen Recherchen stiess nun (erstgenannter) Verfasser dieses (welcher einige Erfahrung auf diesem Gebiete besitzt, insofern er sich selbst ebenfalls längere Zeit mit der technischen Lösung des Problems beschäftigte) auch auf einen Artikel „Veränderliche Uebersetzungen“, welchen der *Radmarkt* seinerzeit nach Veröffentlichung der Deutschen Patentschrift Nr. 94797 brachte; wie er weiter erfährt, haben kürzlich die *Neckarsulmer Fahrradwerke A.-G.* in Neckarsulm dies „Variand“-Kurbellager *Patent Küster* in



Variable Uebersetzung von Küster.

geschlagenen gänzlich abgesehen — kann also nicht allein der Grund sein, dass dieselben keine weitere Verbreitung gefunden haben, als dies thatsächlich der Fall ist. Ausser der oben geschilderten hygienischen Bedeutung beweist auch das *Bestreben* der *Fahrradtechnik* nach *Schaffung* einer *brauchbaren variablen Uebersetzung* den Wert einer solchen, und geht sowohl die Meinung *einzelner*, als die der *Gesamtheit* hiermit konform, indem bei einer vor einigen Jahren von einer englischen Zeitschrift angestellten *Rundfrage* die weitaus grösste Mehrheit eine gute veränderliche Uebersetzung als die *wünschenswerteste Neuerung* für die Fahrradindustrie bezeichnet hat.

Auch Geh. Reg.-Rat Prof. *Riedler* von der Königl. Techn. Hochschule Berlin-Charlottenburg äusserte sich seinerzeit in einem Vortrag über Fahrradbau im Verein deutscher Ingenieure dahin, dass *Fahrräder mit veränderlicher Uebersetzung einem grossen Bedürfnis abhelfen* würden, und der berühmte *Hospitalier* in Paris spricht in der *Wiener Allgemeinen Sportzeitung* im Jahre 1895 den *Fahrrädern mit veränderlicher Uebersetzung die Zukunft* zu.

Die oben angeführten Mängel scheinen also einer *weiteren Verbreitung* eines der bisherigen Systeme hindernd im Wege gestanden zu haben, im Verein mit einem anderen Umstande — dem zu *hohen Preise.*

grossem Stile auf den Markt gebracht, nachdem dasselbe Dauer- und Kraftproben bestanden hat und fand dasselbe sofort grössten Beifall in der Sportpresse und beim Publikum (vgl. *D. p. J.* 1899 **313** * 125).

Ausser dieser in 1899 **313** bereits eingehend beschriebenen, von den *Neckarsulmer Fahrradwerken A.-G.* adoptierten Konstruktion mit Arretierung des mittleren Differentialrades durch Klauenkuppelung enthält das Patent *Küster* auch eine Konstruktion mit Arretierung durch Konuskuppelung (Fig. 9 bis 12).

In der gezeichneten Stellung ist die normale hohe Uebersetzung eingeschaltet, indem die Klauen *d* des durch Winkelhebel *e* verschiebbaren Kuppelstückes und durch eine Spiralfeder mit entsprechenden Klauen der Kurbelachse in Eingriff gehalten werden. Das Differentialgetriebe dient also in dieser Stellung nur zur Befestigung des Kettenrades. Wird durch Anziehen des Winkelhebels *e* der Konus in einen entsprechenden Lederkonus des Lagergehäuses hineingepresst, so steht Zahnrad *c* still, und das Kettenrad muss sich durch Abrollen von *a* an der sich weiter drehenden Innenzahnung *b* und an *c* langsamer weiter drehen als die Achse, d. h. die Uebersetzung ist verkleinert. Würde man durch geringeres Anziehen von *c* das Kuppelstück in der Mittelstellung halten, so kann

man beim Bergabfahren die Füsse ruhig auf den Pedalen halten, indem sich die Achse nicht mehr mitdreht. Dieses Prinzip ist in England unter der Bezeichnung „free wheel" (freilaufendes Rad) sehr gesucht, weshalb sich auch neuerdings die *Neckarsulmer Fahrradwerke A.-G.* entschlossen haben, die Fabrikation dieses „free wheel" in Deutschland aufzunehmen.

Auch die Umschaltung des Variandkurbellagers vereinfachte der Erfinder neuerdings durch Anwendung von in den Gestellrädern angeordnetem Spiraldraht.

In Bezug auf Stabilität, Einfachheit und Anpassung an die bestehenden bewährten Formen des heutigen Niederrades steht die Konstruktion also jedenfalls einzig da, da sie auch in kaufmännischer Beziehung den oben geschilderten Anforderungen genügt (d. h. von den oben genannten Fabrikanten der N. S. U. Teile als *Variandkurbellager* abgegeben wird). So dürfte die Konstruktion in Deutschland bald grössere Verbreitung finden. Es wäre dies insofern wünschenswert für den Radfahrsport, als durch allgemeine Einführung einer brauchbaren variablen Uebersetzung den Anforderungen jener Pessimisten begegnet werden kann, welche *im allgemeinen* Gefahren für Lunge und Herz beim Radfahren erblicken wollen.

Ein Leitungsversuch an einem 125 PS Gasmotor.

Bei den wenig zahlreichen grossen Gasmotoren, die bis heute gebaut sind, — erst seit wenigen Jahren ist man ja an den Bau von über 100pferdigen Maschinen herangetreten — und bei den noch viel geringeren Daten, welche über Versuche an solchen Motoren veröffentlicht sind, ist ein Bericht von Interesse, welchen *C. H. Robertson* dem *New York meeting* der *American Society of Mechanical Engineers* (Dezember 1899)[1]) vorgelegt hat.

Der Motor treibt die Anlage der *Merchants electric ligt company of Lafayette, Ind.*, und wurde an Stelle einer schnelllaufenden Dampfmaschine im Winter 1897/98 aufgestellt. Unsere Fig. 1 zeigt den Grundriss der ganzen Anlage, welche in einem massiven, 18,3 m langen, 13,7 m breiten Gebäude untergebracht ist.

Die Gasmaschine, von der *Westinghouse-Gesellschaft* in Pittsburg geliefert, wird mit Naturgas getrieben, ist von vertikaler Bauart und sieht im Aeusseren den bekannten, schnelllaufenden Dampfmaschinen derselben Fabrik ähnlich. Sie besitzt drei Cylinder von dem Durchmesser 330,2 mm und Hub 355,6 mm[2]). Die Kurbeln sind um 120° versetzt; und da die Maschine mit dem gewöhnlichen *Otto*'schen Viertakt arbeitet, so erhält die Welle nach je $^2/_3$ Umdrehungen einen neuen Antrieb. Die Zündung erfolgt elektrisch in der auch hier in Deutschland gebräuchlichen Art.

Durch Füllen mit Wasser und Wägen desselben wurden die Grössen der Kompressionsräume bestimmt. Es ergaben sich:

Cylinder I . . 21,59 % des Hubvolumens
Cylinder II . . 21,28 % „ „
Cylinder III . . 21,59 % „ „

Die Gas- und Luftleitungen münden in eine Mischkammer. Zwei gleiche cylindrische Hähne, welche voneinander unabhängig durch Hand verstellt werden können, regeln dabei den Luft- bezw. Gaszutritt, so dass man ein beliebiges Mischungsverhältnis herstellen kann, welches, nachdem die Hähne einmal eingestellt sind, annähernd unveränderlich bleibt. Die Regelung der Maschine geschieht dann dadurch, dass ein Schwungkugelregulator beide Hähne gleichzeitig parallel zu ihrer Längsachse verschiebt, wodurch nur die Menge, nicht die Beschaffenheit der Mischung geändert wird, ein, wie die weiter unten angegebenen Versuchsresultate zeigen, für die Wirtschaftlichkeit der Maschine sehr wichtiger Punkt.

Um die Maschine in Gang zu setzen, wird ein Cylinder derselben in eine einfach wirkende, durch Druckluft angetriebene Arbeitsmaschine verwandelt; und zwar geschieht das durch einfaches Umlegen eines Hebels und Drehen einer Schraube. Hat die Maschine durch die Explosionen in den anderen Cylindern genug lebendige Kraft erlangt, so verwandelt man während des Ganges auch jenen ersten Cylinder wieder in einen Gasmotorencylinder, indem man beide obengenannte Bewegungen in entgegengesetzter Richtung ausführt. Die Druckluft wird durch einen von der Maschine selbst mittels Riemens angetriebenen Luftkompressor geliefert und die so erhaltene Luft in auf 72,5 at geprüften Stahlflaschen aufbewahrt.

Das durch den Kühlmantel der Cylinder fliessende Wasser kann der städtischen Wasserleitung entnommen

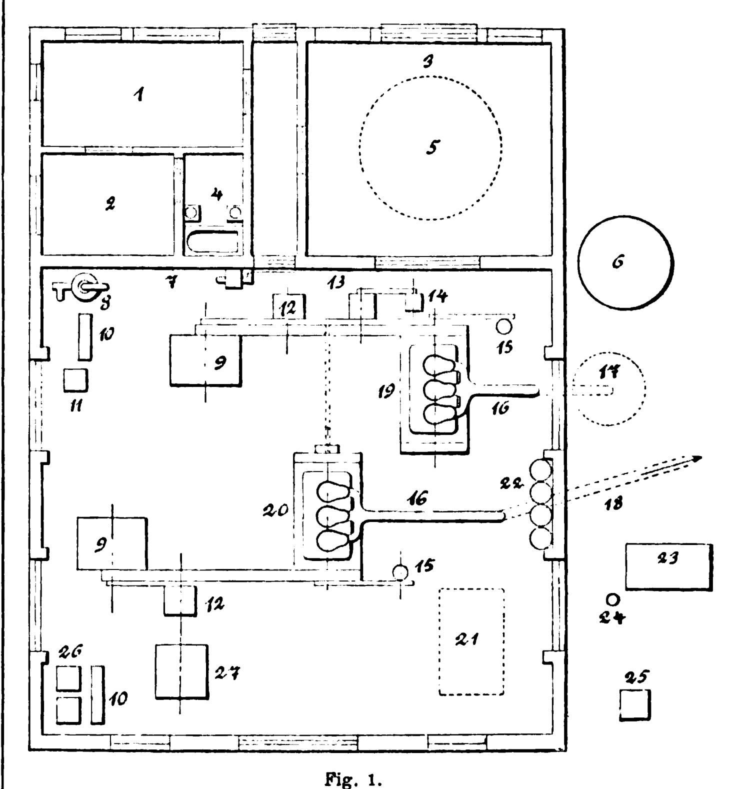


Fig. 1.

1 Hauptbureau. *2* Privatbureau. *3* Reparaturwerkstätte. *4* Waschraum. *5* Cysterne. *6* Kühlturm. *7* Wassermesser. *8* Gasmesser. *9* Dynamomaschinen. *10* Schalttafeln. *11* Regulierwiderstand. *12* Erreger. *13* Wasserpumpe. *14* Benzinpumpe. *15* Luftkompressoren. *16* Auspuffrohre. *17* Auspufftopf. *18* Zum Auspufftopf. *19* Gasmotor Nr. 1 *20* Gasmotor Nr. 2. *21* Fundament zum Gasmotor Nr. 3. *22* Lufttöpfe. *23* Benzinbehälter. *24* Druckhöhenregler für das Benzin. *25* Karburator. *26* Transformatoren. *27* Rotierende Transformatoren.

werden; gewöhnlich saugt es jedoch eine kleine Riemenpumpe aus der unter der Reparaturwerkstatt befindlichen Cysterne (vgl. Fig. 1) und pumpt es durch den Kühlmantel hindurch oben auf einen, ausserhalb des Gebäudes stehenden Kühlturm, in welchem es über aufgeschichtete Ziegel herabtröpfelt. Die Luft kann unten in diesen Turm

[1]) *Transactions of Am. Soc. of Mech. Eng.*, Bd. XXI.

[2]) Die unrunden Zahlen entstehen durch Umwandlung der amerikanischen Masse in metrische.

eintreten, und es bildet sich infolge der Erwärmung derselben ein, von unten nach oben, dem Wasserstrome entgegenstreichender Luftstrom. Durch diesen, sowie durch Verdunstung einer geringen Menge Wassers kühlt sich die andere Wassermasse ab und fliesst dann zur Cysterne zurück.

Da in der Nähe der Anlage menschliche Wohnungen liegen, so war eine Vernichtung oder doch Verringerung des Auspuffgeräusches dringend geboten. Man erreichte sie, indem man das Auspuffrohr in einen, ausserhalb des Gebäudes aufgestellten, nach oben durch einen Schornstein mit der äusseren Atmosphäre in Verbindung stehenden Auspufftopf leitete. Als man nach der Aufstellung einer zweiten Maschine gleicher Art auch ihr Auspuffrohr in denselben Topf leitete, blieb zwar das Geräusch noch in erträglichen Grenzen, aber infolge der stärkeren Luftbewegung begannen in der Nachbarschaft die Fenster zu klirren. Das hörte jedoch sofort auf, als man für jede Maschine einen besonderen Auspufftopf benutzte.

Um für den Fall, dass aus irgend einem Grunde die Zufuhr des Naturgases zeitweilig unterbrochen wäre, nicht still liegen zu müssen, stellte man einen „Benzindunsterzeuger“ ausserhalb des Gebäudes auf. Von einem grossen Benzinbehälter kann in einen kleineren Kessel, den Druckhöhenregler, infolge eines Schwimmerventils nur eine bestimmte Menge Benzin übertreten. Dieses wird dann durch eine kleine Zentrifugalpumpe in den Karburator gepumpt, ein an beiden Enden geschlossenes, eisernes Rohr mit siebartigen Querwänden, durch welche das Benzin herabtropft. Ihm entgegen tritt ein Luftstrom von unten in den Karburator ein, nimmt auf seinem Wege durch denselben reichlich Benzindunst auf, und das so erhaltene explosible Gemisch wird dann in den Cylinder des Gasmotors geführt. Um die Verdunstungswärme im Karburator zu ersetzen, ist er mit einem Mantel umgeben, durch den das Kühlwasser fliesst, ehe es auf den Kühlturm gepumpt wird.

Die Zünder werden durch Nocken von spiraliger Form bethätigt, welche mit einer radialen Nut versehen sind; gerade in dem Augenblicke, wo der Nocken den grössten Ausschlag gibt und ein Strom vorhanden ist, tritt eine Unterbrechung desselben und somit eine Funkenbildung dadurch ein, dass die Stange des Zünders in die Nut fällt.

Die Versuche.

Die Versuche wurden unternommen an einem gewöhnlichen Wochentage während der Zeit von 7 Uhr 5 Min. abends bis 12 Uhr 5 Min. nachts, also einer Zeit, in der die Belastung stark schwankte. So hoffte man die Leistung unter möglichst verschiedenen Bedingungen und im normalen Betriebe der Anlage beobachten zu können. Gegenstand der Untersuchung waren: a) wie gross ist die entwickelte Leistung? b) welches ist der dieser Leistung entsprechende Gasverbrauch? c) in welcher Weise findet die Regelung der Geschwindigkeit bei wechselnder Belastung statt? d) welches ist die Wärmebilanz des Motors und wie ändert sie sich bei verschiedenen Belastungen? Die aus den Versuchen erhaltenen Resultate sind in den weiter unten folgenden Tabellen 1 und 2 zusammengestellt. Ehe wir jedoch zu einer Besprechung derselben übergehen, müssen wir noch etwas näher die Anordnung der Versuche besprechen.

Die Indikatordiagramme wurden mit Hilfe von *Crosby*-Indikatoren abgenommen, von denen jedoch nur einer besonders für Gasmotoren konstruiert war, während die anderen die gewöhnliche, für Dampfmaschinen gebräuchliche Form hatten. Die Federn wurden von Zeit zu Zeit, den veränderlichen Pressungen entsprechend, gewechselt und nach dem Versuche sorgfältig geaicht. An den Indikatoren zeigten sich während des Versuches keine Schwierigkeiten infolge Heisswerdens oder Schmiermangels, wie das sonst so häufig der Fall ist. Der Indikatorantrieb (vgl. Fig. 2) wurde mit Hilfe von drei Krummzapfen, die aus einem massiven Stahlstück ausgedreht und mit einer Haube am Ende der Maschinenwelle befestigt waren, von dieser letzteren abgeleitet; und durch Stangen, Kreuzköpfe, Stahldrähte und kurze Enden Indikatorschnur wurde die Bewegung über leichte Führungsrollen von jedem Krummzapfen zu der betreffenden Indikatortrommel übertragen. Die abgegebene Arbeit wurde mit besonders geaichten Messinstrumenten auf elektrischem Wege bestimmt. Der Gasverbrauch wurde durch eine nasse Gasuhr gemessen, der Druck des Gases sowie seine Temperatur direkt hinter der Gasuhr wurden mit einem Quecksilbermanometer bezw. einem Thermometer nach *Fahrenheit* bestimmt, um so die Reduktion auf Atmosphärendruck und 62° F. (16,67° C.) vornehmen zu können[3]).

Um die Regelung der Geschwindigkeit, die ja bei elektrischen Betrieben von der grössten Wichtigkeit ist, genau beobachten zu können, hatte man einen besonderen Apparat konstruiert, der aber nicht rechtzeitig fertiggestellt werden konnte, so dass man diese Versuche auf einen späteren Zeitraum verschieben musste. Man begnügte sich für den Augenblick mit der Messung der Umdrehungszahlen durch einen gewöhnlichen Geschwindigkeitsmesser, mit dem man alle 5 Minuten die Geschwindigkeit bestimmte, und durch zwei dauernd mit der Maschine verbundene Umdrehungszähler.

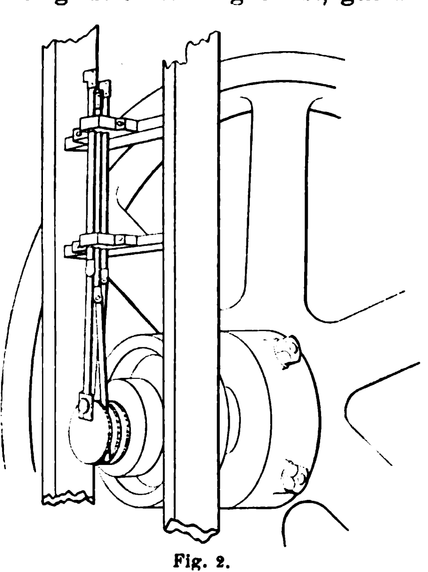


Fig. 2.

Die Auspufftemperatur wurde auf kalorimetrischem Wege bestimmt. Durch besondere Vorrichtungen konnte man eine Kupferkugel so in den Strom der Abgase halten, dass sie ganz von denselben umspült war und allmählich ihre Temperatur annahm. Dann wurde die in der Kugel enthaltene Wärme bestimmt, indem man sie in ein mit Wasser gefülltes, gut gegen Wärmeausstrahlung geschütztes Gefäss brachte und die Erwärmung des Wassers mass. Es ergaben sich bei den vorgenommenen vier Versuchen die Temperaturen:

Zeit	Auspufftemperatur
9 Uhr 00 Min.	653,9° C.
10 „ 10 „	608,0° „
10 „ 35 „	608,0° „
11 „ 45 „	564,5° „

Durch chemische Analyse wurde folgende Zusammensetzung des verwendeten Gases gefunden:

CO_2	1,80%
O_2	0,70 „
CmHn	0,50 „
CO	0,55 „
H_2	0,60 „
CH_4	92,05 „
N_2	3,80 „
	100,00%

Die Bestimmung der aus Kühlwasser abgegebenen Wärme fand durch Wägen desselben und Messen der Temperaturerhöhung mit geaichten Thermometern statt.

Es ergaben sich auf Grund aller dieser Messungen für die 5 Stunden des Versuches folgende Wärmebilanzen:

Tabelle 1.

Von der gesamten entwickelten Wärme wurden	in indizierte Arbeit verwandelt	aus Kühlwasser abgegeben	durch Auspuff und Strahlung verloren	Kalorien für 1 PS_i/Std. verbraucht
	%	%	%	
1. Stunde	17,85	25,18	56,97	3590
2. „	16,31	21,05	62,64	4000
3. „	20,70	30,21	49,09	3090
4. „	20,24	36,93	42,83	3190
5. „	16,04	50,35	33,61	3920

[3]) In der vorstehenden Tabelle 1 sind die Zahlen für 0° C. angegeben, da das in deutschen Rechnungen das übliche ist, wenn auch zugegeben werden muss, dass die Annahme der Amerikaner mehr Berechtigung hat.

Die Maschine war für die Versuche nicht besonders nachgesehen worden, da man gerade die Leistung im gewöhnlichen Betriebe kennen lernen wollte. Daraus erklären sich die relativ grossen Schwankungen in den Umlaufzahlen; betrug doch die Gesamtabweichung (vgl. Tabelle 2) 5,5 %, und zwar 3,3 % nach oben, 2,2 % nach unten vom mittleren Werte aus gerechnet. Anscheinend war der Regulator nicht ganz in Ordnung, und es hätten sich, falls man diesen vorher nachgesehen hätte, die Schwankungen merklich verringern lassen.

Tabelle 2.

Zeit	Umdrehungen in einer Minute (gemessen durch den Geschwindigkeitsmesser)	Gasverbrauch für 1 Stunde (bezogen auf 0° C.; 760 mm Quecksilber Barometerstand und einen Heizwert von 5000 W.-E. für 1 cbm)	Mittlere indizierte Pferdestärken	Abgegebene Kilo-Watt	Abgegebene elektrische Pferdestärken	Bremspferdestärken	Mechanischer Wirkungsgrad der Maschine	Gasverbrauch für 1 PS_i/Std. (bezogen auf 0° C.; 760 mm Quecksilber Barometerstand und einen Heizwert von 5000 W.-E. für 1 cbm)	Gasverbrauch für 1 PS_e/Std. (bezogen auf 0° C.; 760 mm Quecksilber Barometerstand und einen Heizwert von 5000 W.-E. für 1 cbm)	In Bremsarbeit verwandelte Wärmeeinheiten für 1 Stunde	Der Maschine im Gase zugeführte Wärmeeinheiten für 1 Stunde	Thermischer Nutzeffekt der Maschine in Proc. Reihe 11 / Reihe 12
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
		l	PS_i	K.-W.	E. PS	PS_e	%	l	l	W.-E.	W.-E.	%
7 Uhr 05 Min., 10 „, 15 „	268, 269, 269	72 000	111,4	62,00	84,2	92,0	82,7	647	783	58 100	360 000	16,14
20 „, 25 „	269, 269	71 000	113,1	62,50	85,0	92,8	81,93	628	764	58 650	355 000	16,50
30 „, 35 „	270, 269	74 700	112,7	62,70	85,25	92,9	82,36	662	803	58 700	373 500	15,70
40 „, 45 „	269, 266	76 800	—	64,25	87,4	94,9	—	—	810	60 000	384 000	15,62
50 „, 55 „	265, 273	77 000	—	64,05	87,0	94,7	—	—	813	59 850	385 000	15,53
8 Uhr 00 „, 05 „	272, 268	76 500	111,0	63,00	85,6	93,3	84,07	689	820	59 000	382 500	15,42
10 „, 15 „	267, 266	78 500	110,0	62,80	85,4	93,0	84,62	713	843	58 800	392 500	15,00
20 „, 25 „	273, 269	77 000	109,0	61,10	83,0	91,0	83,50	707	846	57 500	385 000	14,92
30 „, 35 „	271, 265	69 900	106,0	59,50	80,9	89,0	83,85	659	786	56 250	349 500	16,09
40 „, 45 „	276, 269	94 600	106,9	59,30	80,7	88,6	82,94	885	1068	56 000	473 000	11,81
50 „, 55 „	268, —	84 600	106,0	58,60	79,6	87,7	82,70	797	965	55 400	423 000	13,08
9 Uhr 00 „, 05 „	269, 269	72 200	104,1	56,70	77,0	85,3	81,87	692	846	54 000	361 000	14,95
10 „, 15 „	269, 271	58 200	99,2	55,40	75,3	83,6	84,21	587	696	52 800	291 000	18,12
20 „, 25 „	269, 270	57 900	100,3	55,20	75,0	82,5	82,17	577	702	52 150	289 500	18,03
30 „, 35 „	270, 272	56 200	97,9	53,20	72,3	79,70	81,35	574	705	50 300	281 000	17,91
40 „, 45 „	271, 270	54 500	94,7	50,90	69,2	77,3	81,80	575	705	49 000	272 500	17,98
50 „, 55 „	272, 271	54 000	94,3	49,80	67,7	76,0	80,47	572	711	48 100	270 000	17,80
10 Uhr 00 „, 05 „	271, 271	52 000	93,7	49,50	67,3	75,6	80,74	555	688	47 850	260 000	18,40
10 „, 15 „	270, 270	54 200	93,2	49,20	66,9	75,2	80,70	581	721	47 550	271 000	17,55
20 „, 25 „	271, 271	53 000	92,2	48,60	66,1	74,5	80,80	575	712	47 150	265 000	17,80
30 „, 35 „	272, 273	54 500	92,0	48,60	66,1	74,5	80,88	592	732	47 150	272 500	17,30
40 „, 45 „	273, 273	52 500	89,5	47,30	64,3	72,6	81,11	587	723	46 000	262 500	17,51
50 „, 55 „	270, 273	49 000	84,3	44,40	60,3	68,9	81,70	581	711	43 600	245 000	17,80
11 Uhr 00 „, 05 „	274, 275	48 700	80,5	41,20	56,0	64,3	79,81	605	758	40 700	243 500	16,72
10 „, 15 „	274, 270	47 800	74,6	36,50	49,6	57,3	76,85	641	835	36 300	239 000	15,20
20 „, 25 „	280, 278	42 500	65,1	30,50	41,5	49,5	76,01	653	858	31 300	212 500	14,72
30 „, 35 „	276, 279	41 100	55,5	25,30	34,4	41,7	75,15	740	985	26 400	205 500	12,83
40 „, 45 „	270, 274	35 300	43,6	18,40	25,0	31,6	72,42	810	1118	20 000	176 500	11,31
50 „, 55 „	270, 271	35 200	40,9	13,70	18,6	25,4	62,14	860	1385	16 080	176 000	9,13
12 Uhr 00 „, 05 „	271, 269	33 450	40,3	13,60	18,5	25,15	62,39	830	1330	15 930	167 250	9,52
Mittel	270,86											

Bemerkungen: Mittlerer Barometerstand: 746,9 mm. Mittlere Umdrehungen in der Minute, mit Hilfe der beiden Umdrehungszähler erhalten: Zähler Nr. I 270,22, Zähler Nr. II 270,28. Der hohe Gasverbrauch um 8 Uhr 40 Min. erklärt sich dadurch, dass durch ein Versehen der Gashahn zu weit geöffnet und dies nicht sofort bemerkt wurde.



Ueber die Art, wie die anderen in der Tabelle 2 aufgeführten Zahlen erhalten sind, ist schliesslich noch folgendes zu sagen: da die ganzen Vorgänge vom Gasmesser ab bis zum Auspuff sich ungemein rasch folgen, so ist es möglich, in kurzer Zeit genügende und zuverlässige Zahlen für einen Versuch zu erhalten; und es sind daher die ganzen gefundenen Daten in der Weise geteilt, dass man Versuche von je 10 Minuten Dauer annahm und immer drei Zahlen zur Berechnung der Mittelwerte für jeden Versuch benutzte. So sind z. B. die Werte für den ersten Versuch aus den um 7 Uhr 5 Min., 7 Uhr 10 Min. und 7 Uhr 15 Min. erhaltenen Zahlen gebildet; die für den zweiten Versuch aus den um 7 Uhr 15 Min., 7 Uhr 20 Min. und 7 Uhr 25 Min. erhaltenen Zahlen u. s. w. Zwei Indikatordiagramme fehlen, 7 Uhr 40 Min. und 7 Uhr 50 Min., da hier „Rückzündungen“ [4]) in der Maschine stattfanden. Gas- und Lufthahn standen anfänglich so, dass die Mischung etwa 1 : 11 war; weil sich dies als ungünstig herausstellte, änderte man die Stellung der Hähne um 9 Uhr 15 Min. so, dass annähernd ein Mischungsverhältnis 1 : 12 erreicht wurde. Da aus einer früheren Untersuchung die Wirkungsgrade des Generators bei verschiedenen Belastungen bekannt waren, so war es möglich, unter Vernachlässigung des geringen Riemenverlustes auch die Bremspferdestärken anzugeben, die von dem Gasmotor entwickelt wurden.

Bei Betrachtung der in den beiden Tabellen 1 und 2 enthaltenen Zahlen gelangt der Verfasser zu folgenden Schlüssen [5]):

Die Wärmebilanzen der ersten und zweiten Stunde sind deshalb so viel schlechter als die der beiden folgenden, weil das Mischungsverhältnis ungünstiger war. Dieser Einfluss ist noch besser in den Zahlen für den Gasverbrauch zu erkennen. Das Verhältnis von Luft zu Gas ist mithin ein sehr wichtiger Faktor in Bezug auf den Brennstoffverbrauch.

Trägt man den totalen Gasverbrauch für die Stunde in Funktion der entwickelten Pferdestärken auf, so erhält man mit genügender Genauigkeit eine gerade Linie, d. h. der totale Gasverbrauch für die Stunde ist den entwickelten Pferdestärken direkt proportional. Das ist aber nicht mehr und nicht weniger als eine Parallele zu dem bekannten Gesetz von *Willans* über Dampfmaschinen, das übrigens kürzlich auch für eine Dampfturbine nachgewiesen ist [6]).

Die erwähnte Beziehung gilt sowohl für indizierte, wie effektive, wie elektrische Pferdestärken. Ein Versuch bei kleiner und ein Versuch bei grosser Belastung geben die gerade Linie, und damit einen Anhalt für den Gasverbrauch bei irgend einer dazwischenliegenden Belastung.

Der mechanische Wirkungsgrad ist am grössten bei der grössten indizierten Arbeit, und zwar erreicht er hier den Wert 84,62 %; das ist vielleicht etwas kleiner als er bei einer Dampfmaschine derselben Art und Grösse sein würde. Der mechanische Wirkungsgrad sinkt mit abnehmender indizierter Leistung.

Der höchste thermische Nutzeffekt der Maschine, 18,4 %, der von einer Dampfmaschine nicht erreicht wird, ist für einen Gasmotor als reichlich niedrig anzusehen.

Der Verfasser des oben ausführlich wiedergegebenen Berichtes schliesst denselben mit einigen allgemeineren Bemerkungen, aus denen wir noch folgendes anführen möchten: die untersuchte Maschine gehört jetzt schon nicht mehr zu den besten, welche die betreffende Fabrik gebaut hat; sie ist durch neuere Ausführungen beträchtlich überholt. Ausserdem haben sich einige Mängel gezeigt, welche in diesem Winter beseitigt werden sollen. So erwartet man eine grosse Ersparnis an Gas dadurch, dass man das Gehäuse, in welchem sich das Kurbelgetriebe befindet — der Motor ist ebenso wie die schnelllaufenden *Westinghouse*-Dampfmaschinen vollkommen eingekapselt —, dass man dieses Gehäuse nicht mehr wie bisher mit Oel und Wasser, sondern mit reinem Oel füllt, da das Wasser unter den hier vorliegenden Verhältnissen eine Abnutzung der Lager und Cylinder begünstigt, indem es die Schmierfähigkeit des Oeles beeinträchtigt. Dadurch würde dann der mechanische Wirkungsgrad wesentlich gebessert werden.

Ferner muss man darauf achten, dass „Rückzündungen“ unmöglich gemacht werden. Diese können durch verschiedene Ursachen hervorgerufen werden. Einmal ist es möglich, dass so viel Oel zur Schmierung in den Cylinder gelangt, dass es die Zündflamme während des Expansions- und des Auspuffhubes unterhält; durch sie werden dann die neu eintretende Ladung sowie die Mischung in der Verteilungskammer entzündet; ferner treten Rückzündungen infolge schadhaften und undichten Eintrittsventils ein und schliesslich können sie noch dadurch hervorgerufen werden, dass sich auf dem Kolben eine Schicht von Oelrückständen bildet und dadurch die Temperatur im Cylinder so hoch wird, dass die eintretende Ladung ohne Zündung verbrennt. Jedenfalls ist, sobald eine „Rückzündung“ bemerkt wird, die Ursache derselben sofort zu beseitigen, da durch sie heftige Stösse in der Maschine hervorgerufen werden und eine gute Regelung unmöglich gemacht wird.

Die hohe Auspufftemperatur macht eine sehr sorgfältige Konstruktion des Auspuffventils nötig, dessen Spindel sich leicht verzieht und dann bricht. Dem begegnet man durch kräftige Konstruktion dieses Ventils.

Die Beschaffenheit des Kühlwassers ist insofern von Wichtigkeit, als bei Ablagerung von Sand und Kesselstein die Kühlwirkung ganz oder teilweise aufgehoben wird. Dies war einmal in der ersten Zeit nach Aufstellung der Maschinen der Fall. Dabei wurde die Temperatur im Cylinder so hoch, dass der Motor eine geraume Zeit lang weiterlief, obgleich die Zünder abgestellt waren.

Der Preis des benutzten Naturgases betrug für die Gesellschaft am Gasmesser 0,07 Dollars für 1000 Kubikfuss (10,37 Pf. für 1 cbm). *F. Mbg.*

[4]) Näheres siehe weiter unten.

[5]) Wir machen darauf aufmerksam, dass wir im obigen einfach referierend die Ansichten des Verfassers wiedergeben, ohne dass damit ein allgemein gültiges, für jeden Gasmotor ohne weiteres richtiges Gesetz ausgesprochen sein soll.

[6]) Siehe Versuche an einer 10-PS-Dampfturbine von *W. S. Aldrich*; *Am. Soc. of Mech. Eng.*, Bd. XVII.

Neuere Bohrmaschinen und Hilfswerkzeuge zum Bohren.

Von Prof. **Th. Pregél** in Chemnitz.

(Fortsetzung des Berichtes S. 77 d. Bd.)

H. O. Nienstädt's Handbohrmaschine.

Bei Ständerbohrmaschinen mit Handbetrieb ist eine selbstthätige Auslösung des Schaltwerkes zur Sicherung von Bohrer oder Werkstück bezw. bei genauem Tiefbohren behufs rascher Arbeitsfolge sehr zu empfehlen. Nach dem D. R. P. Nr. 98616 sind von *Nienstädt* in Kopenhagen derartige Einrichtungen in Fig. 24 und 25 vorgeführt. Mittels Handkurbel *a* wird die im Maschinengestell lagernde Winkelwelle *b* und von dieser durch Wechselräder *c* die Bohrspindel *d* bethätigt. Zum Handsteuern dient der Hebel *f*,



welcher mittels Schienen *g* an den Zapfenring *h* der Bohrspindel *d* angelenkt ist, wobei ein Gegengewicht *k* die Bohrspindel hochhebt, sobald der Handsteuerhebel *f* losgelassen wird. Der Selbstbetrieb wird dagegen von einem an der Kurbelwelle *a* sitzenden Exzenter *i* mittels Sperrrad *l* auf die Schneckenwelle *m* bezw. das Schneckenrad mit dem Zahnstangengetrieb *n* auf die Bohrhülse übertragen. Da nun die Schneckenwelle *m* in einem um den Zapfen *o* schwingenden Hebel lagert, welcher mittels der

Fig. 24.

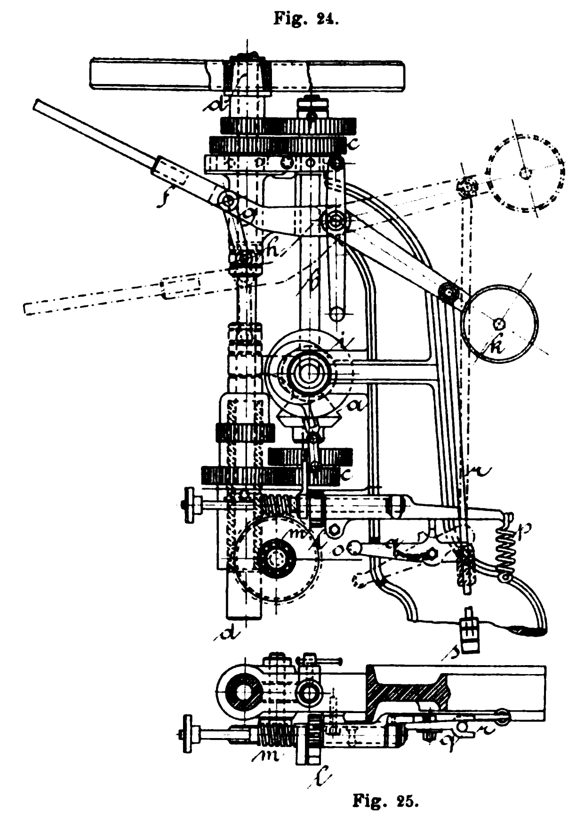


Fig. 25.

Nienstädt's Handbohrmaschine.

Kraftfeder *p* nach rechts gedreht wird, sobald der Stützhebel *q* nach links geschlagen ist, was durch die am Handsteuerhebel *f k* angeschlossene Stange *r* geschieht, sobald deren Anschläge *s* mit dem Stützhebel *q* in Berührung treten, so wird der Selbstgang durch Ausheben der Schnecke *m* aus dem Schneckenrade unverzüglich abgestellt, dabei aber die Bohrspindel *d* sofort hochgehoben, weil die zwangläufige Verbindung zwischen dem Gegengewichte *k* und dem Schaltwerk *m* gelöst ist. Durch Rechtsdrehung des Stützhebels *q* wird das Hebellager mit der Schneckenwelle zur Einrückung mit dem Schneckenrade gebracht und damit die Selbststeuerung eingeleitet.

Kleine Handbohrmaschine.

In Fig. 26 ist eine kleine Handbohrmaschine dargestellt, welche nach *American Machinist,* 1897 Bd. 20 Nr. 44 S. 836, in einer deutschen Maschinenbauwerkstätte gesehen und als bemerkenswert bezeichnet worden ist. Im Seitenarm des Gabellagers *a* liegt die Handradwelle *b*, die mittels angefrästem Winkelrädchen *c* das Bohrfutter *d* treibt, welches mittels Bund und Radnabe im Lager *a* gehalten ist. Im Bohrfutter *d* ist eine stählerne Spurplatte *f* eingelegt, gegen welche sich die gelagerte Druckbüchse *g* stützt, an welcher ein Zahnrad *h* angefräst ist, welches vermöge eines Bügels *i* an das

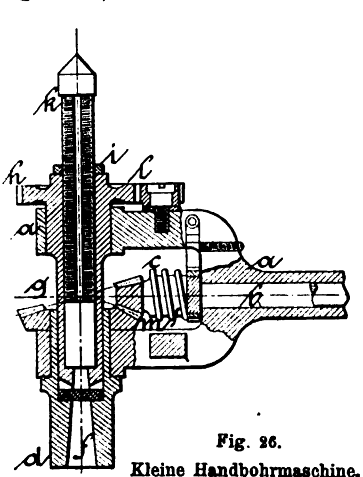


Fig. 26.
Kleine Handbohrmaschine.

Gabellager gehalten wird. In diese Radbüchse zieht sich die genutete Druckschraube *k* aus und ein, welche durch eine Nase am Bügelstück *i* an der Drehung verhindert wird. Dagegen ist die Drehung der Radbüchse *g h* vermöge eines Zwischenrädchens *l* in der Weise durchgeführt, dass von der an der Kurbelwelle *b* angeschnittenen Schnecke *m* eine senkrechte Wurmspindel (in Fig. 26 nicht sichtbar) und damit durch ein Stirnrädchen das bekannte Rad *h* fortlaufend bethätigt wird. Hiernach ist ein stetig mit dem Bohrbetrieb verlaufender Bohrervorschub erhältlich. Statt des Schwungrades kann unter Umständen auch gleich der Lagerarm *a* wie eine Bohrratsche zum Schwingen in der Achsenebene gebracht werden, alsdann muss das Wurmrad von der Spindel gelüftet und durch eine Sperrradsteuerung ersetzt sein.

D. Williams' Bohrratsche.

Von der *Waterbury Tool Company* in Waterbury, Conn., wird nach *American Machinist,* 1899 Bd. 22 Nr. 23 *S. 512, die in Fig. 27 und 28 vorgeführte Universalbohrratsche hergestellt. Der Lagerkopf *a* trägt die hohle Bohrspindel *b*, welche mittels Zwischenhülse *c* durch die Mutter *d* an den Lagerkopf *a* gehalten ist. In die obere Mutter *d* ist die mit rechtsgängigem Flachgewinde ver-

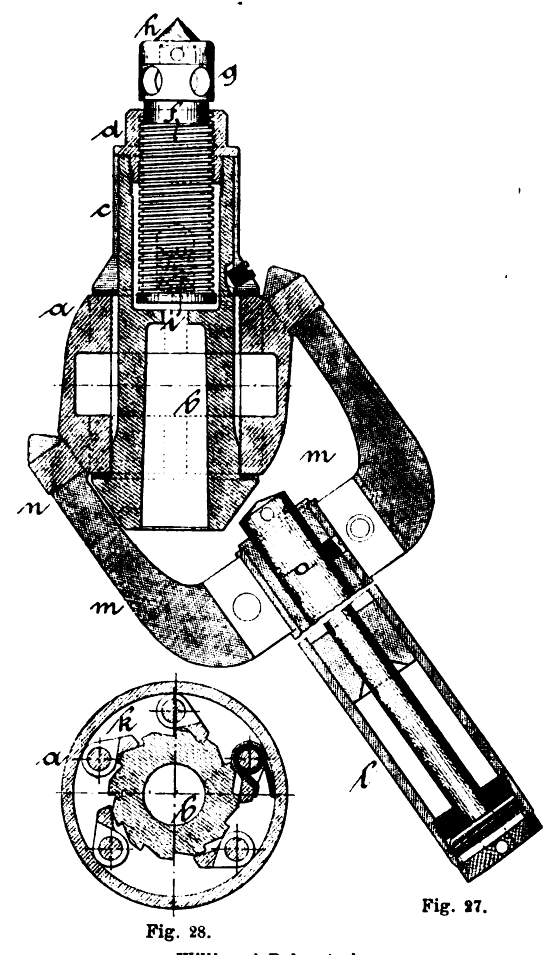


Fig. 28. Fig. 27.

Williams' Bohrratsche.

sehene Druckschraube *f* eingesetzt, welche mittels in das Lochkreuz *g* eingestecktem Querstift gegensätzlich verdreht wird. Wie gewöhnlich ist diese Druckschraube *f* durch eine stählerne Kegelkappe *h* gegen Abnutzung bewährt, während eine Bundschraube *i* gegen das Heraussteuern der Druckschraube *f* sichert. Selbstverständlich müssen sowohl die Mutter *d* als auch die Sicherungsschraube *i* linksgängiges Gewinde erhalten. In das Lagergehäuse *a* sind fünf Stück federgespannte Sperrklinken *k* in regelmässiger Einteilung gelagert, von denen immer nur eine in die zwölf Sperrzähne der Bohrspindel *b* voll einsetzt, so dass für jede rückläufige Hebelschwingung nur $360 : 5 . 12 = 360 : 60 = 6^\circ$ Verdrehung erforderlich sind, welche Drehung nur einen Rückhub von 50 mm am 400 mm langen Handhebel voraussetzt, was einen wesentlichen Vor-

zug vor dem 1 oder 2 Kegelmechanismus darstellt. Nun greift ferner der Schwinghebel *l* nicht mit einem Halse wie gewöhnlich, sondern mittels einer Gabel *m* an zwei zur Drehungsachse der Bohrspindel *b* schräg gestellte Schildzapfen *n* des Lagerkopfes *a*, wodurch eine Bogeneinstellung des Handhebels *l* um diese Zapfenachse möglich ist, welche durch Vorstellen bezw. Vorschrauben des Stiftes *o* bis zum Eingriff in eine Nabe im Lagerkopf *a* gesichert werden kann, sobald eine Entlastung des Handhebelgewichtes erwünscht ist. Wenn aber infolge Hindernisse am Werkstück die einfachste und natürlichste Hebelschwingung senkrecht zur Bohrerachse nicht angängig ist, so kann der Bohrbetrieb vermöge einer Schrägschwingung durchgeführt werden, sobald mit dieser den bestehenden Hindernissen ausgewichen werden kann. Selbstverständlich hört der Bohrbetrieb auf, sobald nur eine Hebelschwingung um die Schildzapfenachse *n n* möglich bleibt.

Anderson's Bohrratsche.

Um an schwer zugänglichen Stellen eines Werkstückes Löcher bohren zu können, muss die Bohrratsche eine kurze und gedrängte Bauart besitzen. Eine kleine Konstruktionshöhe hat die in Fig. 29 und 30 vorgeführte Bohrratsche von den *Anderson Machine Works* in Peekskill, N. Y. Durch die Büchse *b* wird der quadratische Bohrerschaft *a* durchgeschoben, der mit seinem zulaufenden Ende in ein Spurstück *c* eingesetzt, welches mit Umfangsgewinde versehen, aus der Stellbüchse *d* sich schraubt, sobald diese Stellbüchse an der Drehung verhindert wird. Vermöge eines Bundes wird nun diese Büchse *d* durch eine in das Kopfstück *f* eingeschraubte Ringmutter *g* samt der Bohrerbüchse *b* gehalten, welche an ihrem Bunde Sperrzähne besitzt, in die ein im Kopfstück sitzender Sperrkegel einsetzt.

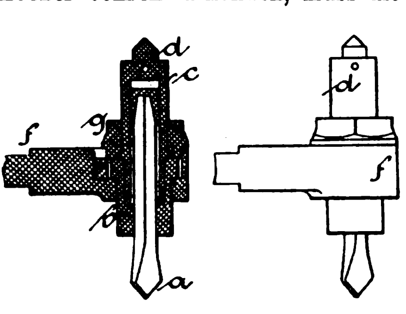


Fig. 29. Fig. 30.
Anderson's Bohrratsche.

Boyer's tragbares Bohrwerk mit Druckluftbetrieb.

In der Jubiläumsausstellung 1898 in Wien ist von *Schuchardt-Schütte* in Berlin u. a. ein tragbares Bohrwerk mit Pressluftbetrieb in Thätigkeit ausgestellt gewesen, welches einen bemerkenswerten Fortschritt auf dem Gebiete der Bohrwerkzeuge für Metalle vorstellt. Die inneren Einrichtungen dieser in Fig. 31 bis 37 dargestellten Maschine sind nach *Engineering*, 1898 II Bd. 66 * S. 387, folgende.

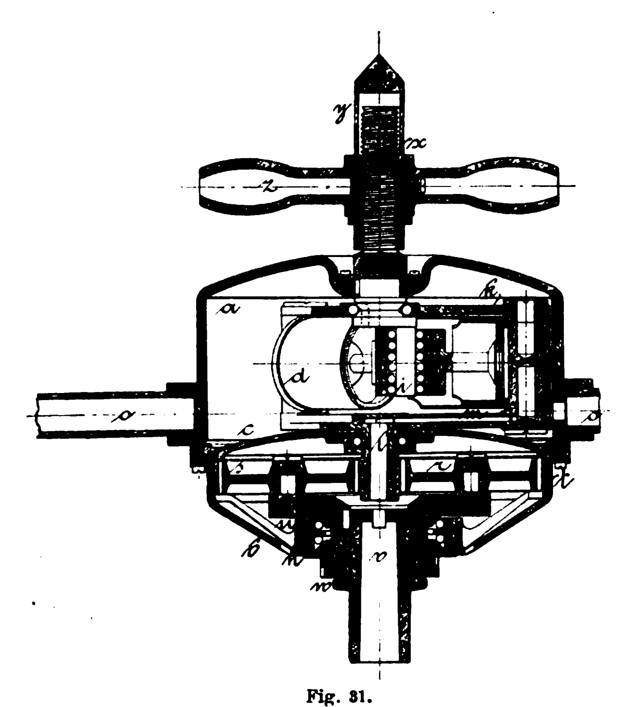


Fig. 31.
Boyer's tragbares Bohrwerk mit Druckluftbetrieb.

Das äussere topfförmige Gehäuse *a* mit Deckelstück *b* wird durch einen gewölbten Zwischenboden *c* in zwei Räume geteilt. Im oberen mit Pressluft von $p = 5{,}5$ at Spannung erfüllten Abteil befindet sich die Dreicylinderkraftmaschine, während im unteren Raum, welcher mit der Aussenluft in Verbindung steht, das Rädertriebwerk untergebracht ist. Die drei unter einem Mittelwinkel von 120° angeordneten Arbeitscylinder *d* mit 50,8 mm Bohrung und 31,7 mm Hub schwingen um Zapfenschieber *f* (auch Fig. 36) und schieben sich auf Kolben *g*, deren feste Stangen *h* zum Teil gabelartig an einem im oberen Gehäuseboden *a* fest eingesetzten Kurbelzapfen *i* drehbaren Anschluss finden. Nun sind die einzelnen Arbeitscylinder *d* vermöge ihres Bodenstückes an die stählernen

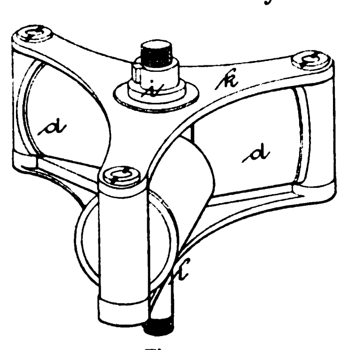


Fig. 32.
Boyer's tragbares Bohrwerk mit Druckluftbetrieb.

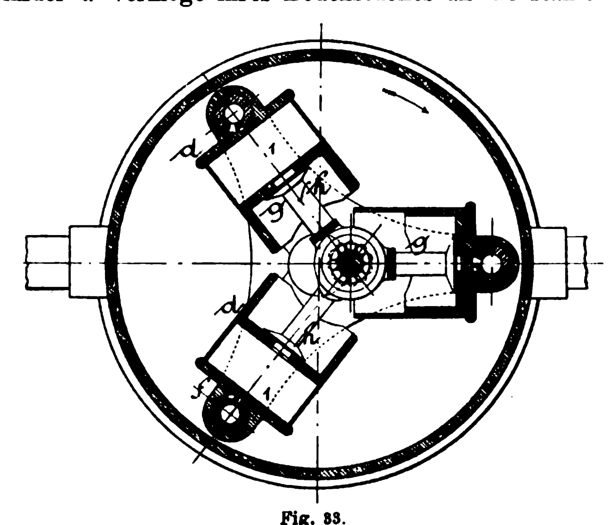


Fig. 33.
Boyer's tragbares Bohrwerk mit Druckluftbetrieb.

Drehschieber *f* angeschlossen und erhalten hierdurch ihren Stützpunkt, während die einzelnen Drehschieber *f* in die

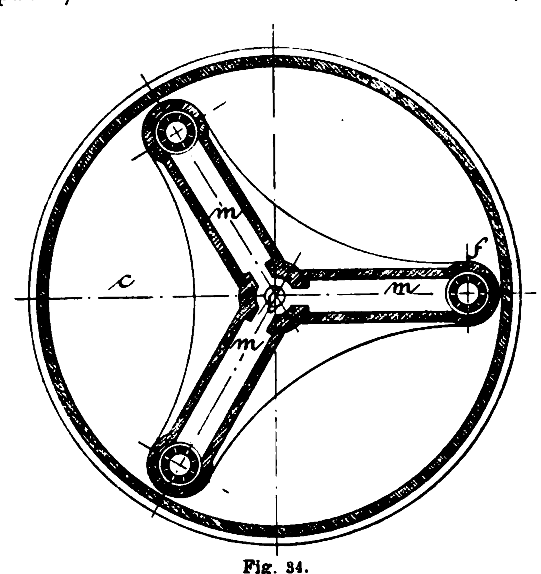


Fig. 34.
Boyer's tragbares Bohrwerk mit Druckluftbetrieb.

Ecken eines doppelten Dreiecksrahmens *k* zapfenartig eingebaut sind, welcher um den Zapfenhals der feststehenden Kurbel *i* und vermöge seines unteren Hohlzapfens *l* in der

Stopfbüchse des Zwischenbodens *c* sich dreht. Dieser Hohlzapfen *l* dient vermöge drei nach den Drehschiebern *f* radial auslaufenden Kanälen *m* zur Ausströmung, weshalb der Hohlzapfen *l* in die untere Gehäuseabteilung frei ausmündet, die wieder mittels einer grösseren Anzahl Löcher *n* mit der Aussenluft in Verbindung steht. Dagegen wird der Eintritt der Druckluft in den oberen Gehäuseteil *a* durch einen der beiden Handgriffe *o* geregelt oder abgeschlossen,

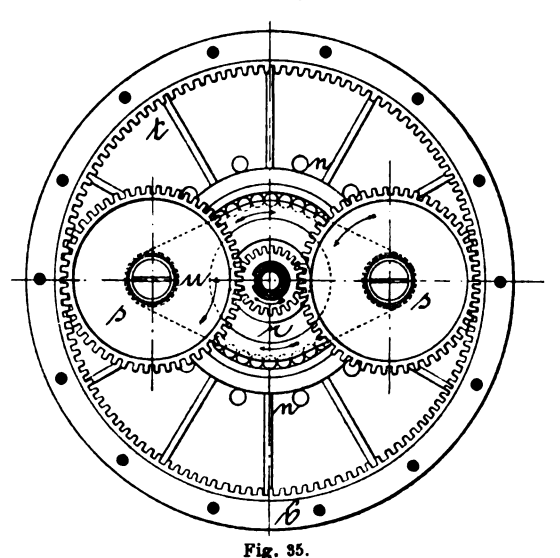


Fig. 35.
Boyer's tragbares Bohrwerk mit Druckluftbetrieb.

indem die Griffhülse *p* (Fig. 37) verdreht und dadurch ein Drehschieber *q* bethätigt wird, durch welchen die Uebergangskanäle aus dem am Handgriff *o* angeschlossenen Luftschlauch mehr oder weniger überdeckt bezw. ganz abgeschlossen werden. An den unteren Hohlzapfen *l* des Dreieckrahmens *k* ist ein Mittelgetriebe *r* aufgesetzt, welches in zwei Planetenräder *s* eingreift, die wieder mit dem im unteren Deckelteil *b* fest eingesetzten Hohlzahnkranz *t* in Eingriff

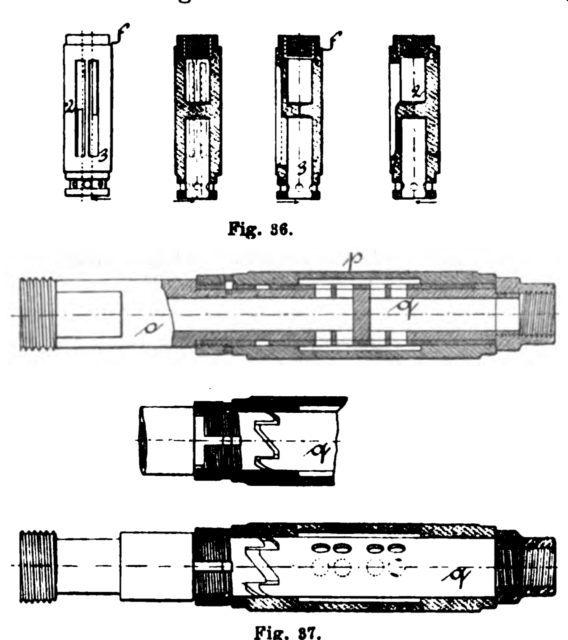


Fig. 36.

Fig. 37.
Boyer's tragbares Bohrwerk mit Druckluftbetrieb.

stehen. Demgemäss wird sich die Zapfenplatte *u* mit einer im Verhältnis $\frac{\alpha}{\gamma} = \left(1 + \frac{t}{r}\right)$ stehenden Winkelgeschwindigkeit drehen, das Werk daher mit Uebersetzung ($\gamma : \alpha$) ins Langsame arbeiten. In diese Zapfenplatte *u* ist endlich ein Hohlzapfen *v* mittels Klemmfutter *w* eingesetzt, welcher zur Aufnahme der Bohrwerkzeuge dient. Gerade gegensätzlich hierzu ist im Anschluss an die feste Kurbel *i* die Stellschraube *x* angebracht, über welche sich der Reitnagel *y* schraubt, an dem die Schaltgriffe *z* sich befinden. Um die Reibung des Triebwerkes möglichst abzumindern, sind sowohl am Kurbelzapfen *i*, sowie an den beiden Lagerstellen des Dreieckrahmens *k* Kugelspuren vorgesehen. Ebenso ist am Hals der Zapfenplatte *u* ein doppelter Kugelspurring vorgesehen. Die Wirkungsweise der Dreicylinderpressluftmaschine ist eine der gewöhnlichen Maschine entsprechende, nur umgekehrt verlaufende. Stünde z. B. der Dreieckrahmen *k* fest, so würde durch die wechselnde Kraftwirkung der Kolben der Kurbelzapfen *i* gedreht, wobei Druckluft nur hinter die Kolben *g* wirksam wäre. Wenn aber, wie im vorliegenden Fall, der Kurbelzapfen *i* feststeht und der Dreieckrahmen *k* mit den Cylindern *d* drehbar ist, Druckluft im ganzen Gehäuseabteil *a* herrscht, also auch vor dem Kolben wirkt, so kann nur Triebkraft wachgerufen werden, wenn im Cylinderraum *d* zwischen Kolben *g* und Cylinderboden die Pressluft ins Freie entlassen wird, also Unterdruck herrscht. Da mit der Kreisbewegung des Dreieckrahmens *k* zugleich eine kleine Schwingungsbewegung der Cylinder *d* um die Zapfen *f* verbunden ist, so wird diese zur Steuerung des Luftablasses in bekannter Art nutzbar gemacht. Zu diesem Behufe ist im Cylinderboden von *d* ein nach dem Durchmesser verlaufender schmaler Schlitz *1* vorgesehen, welcher abwechselnd mit einem der beiden im Drehschieber *f* vorhandenen Längskanäle *2* und *3* (Fig. 36) zusammentrifft. Steht der linksseitige nach oben auslaufende Steuerkanal *2* mit *1* in Uebereinstimmung, so wirkt vor und hinter dem Kolben *g* Druckluft gleicher Spannung. Steht jedoch *3* über *1*, so entweicht die Pressluft aus dem Cylinderinneren ins Freie, weshalb der Cylinderboden *a* gegen den Kolben *g* getrieben wird. Nach Massgabe des gerade wirksamen Hebelarmes zwischen der Stangenachse *h* zum Kurbelzapfenmittel *i* findet die Kreisbewegung des Dreieckrahmens *k* statt, wobei für jede Dritteldrehung je ein Cylinder *d* in Thätigkeit tritt. Das gesamte Bohrwerk, welches 1,5 PS hervorbringen soll, wiegt bloss 12,6 kg.

C. H. Haesler's tragbare Bohrmaschine mit Druckluftbetrieb.

Das Triebwerk dieser von *C. H. Haesler Co.* in Philadelphia, Pa., gebauten Bohrmaschine ist in einem ge-

Fig. 38.

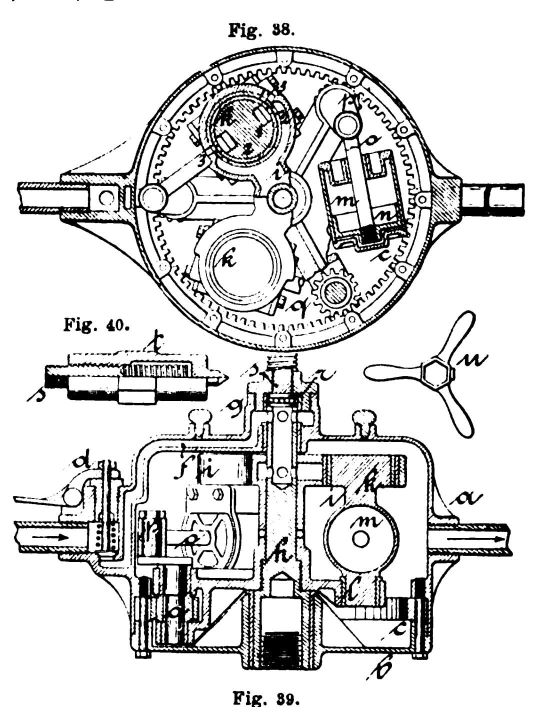


Fig. 40.

Fig. 39.
Haesler's tragbare Bohrmaschine mit Druckluftbetrieb.

schlossenen Gehäuse (Fig. 38 bis 40) untergebracht, in welchem die abströmende Luft durchgeht. Nach *American Machinist*, 1898 Bd. 21 Nr. 28 * S. 516, besteht dieses Bohrwerk aus dem Gehäuse *a*, mit dessen Deckel *b* ein Hohlzahnkranz *c* Befestigung findet. Die beiden Handgriffe des Bohrgehäuses sind als Zu- bezw. Ableitungsrohre ausgebildet, wobei ein Ventil *d* für die Regelung der Pressluftmenge vorgesehen ist. Ein eingegossener Kanal *f* führt

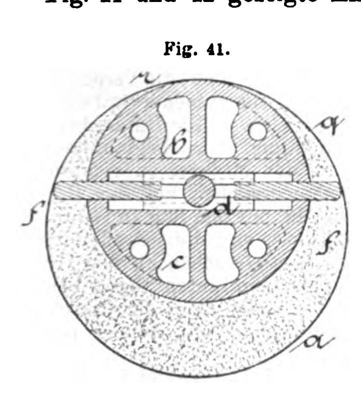
die eingeleitete Pressluft nach dem oberen Lagerauge *g* und von diesem durch den Hohlzapfen der Bohrspindel *h* nach dem auf die Bohrspindel *h* aufgesteckten Dreieckrahmen *i*, in welchem die um Schildzapfen *k l* schwingenden Arbeitscylinder *m* eingebaut sind. Im oberen Schildzapfen *k* sind nun zwei Steuerungskanäle *1* eingegossen, welche mit der vorgenannten Lufteinströmung *2* abwechselnd in Verbindung stehen, oder an die Ausströmungslöcher *3* spielen, wodurch der Arbeitskolben *n* doppeltwirkend bethätigt wird. Hierbei greift die Kolbenschubstange *o* unmittelbar an einer Kurbelwelle *p* an, dessen Zahnradgetriebe *q* in den vorbeschriebenen festen Zahnkranz *c* einsetzt, wodurch eine Drehbewegung des Rahmenstückes *i* hervorgerufen wird, welche eine Drehung der Bohrspindel *h* mitbedingt. Zum Betriebe des Bohrwerkes sind drei gleiche oscillierende Arbeitscylinder vorgesehen, was dem Gleichgang förderlich ist. In der oberen Gehäusenabe ist ferner ein Kugelspurlager *r* angebracht, an dessen Schraube *s* die Reitnagelbüchsenmutter *t* vermöge eines Griffschlüssels *u* gedreht und dadurch dem Bohrerwerkzeug der erforderliche Nachschub erteilt wird. Dieses *Phönix* genannte Pressluftbohrwerk wird in zwei Grössen von 15,7 und 27 kg Gewicht angefertigt, von der die leichtere Maschine zum Stehbolzengewindschneiden bezw. zum Lochbohren bis 32 mm Durchmesser Verwendung findet.

Von derselben Firma wird auch eine zweite Bohrmaschine ausgeführt, in welcher die Arbeitscylinder parallel liegen, während ihre Doppelkolben in Kurbelschleifen endigen, in welche die mit Zahnrädern ausgerüsteten Kurbeln eingreifen.

Empire's Bohrwerk mit Druckluftbetrieb.

Von der *Empire Engine and Motor Company* in Orangeburgh, New York, werden rotierende Kraftmaschinen für Dampf- und Druckluftbetrieb mit Anwendung an Werkzeugmaschinen und Hebewerken gebaut, welche nach *American Machinist*, 1898 Bd. 29 Nr. 19 * S. 349, die in Fig. 41 und 42 gezeigte Einrichtung besitzen, während in Fig. 43 ein tragbares Bohrwerk mit der bezeichneten Kraftmaschine ausgerüstet ist. Exzentrisch zur Mittelachse des Gehäuses *a* ist die Welle *b* mit dem Flügelkörper *c* gelagert, in dessen radialen Querschlitz eine keilförmige Schiene *d* achsial verstellbar ist, wodurch die Flügelschaufeln *f* nach erfolgter Abnutzung ihrer Aussenkanten nachgestellt werden können. Diese Keilschiene mit den beiden Flügeln bilden alsdann eine starre Verbindung, welche sich im Querschlitz des Körpers *c* je nach der augenblicklichen Lage seitlich verschiebt. Bei dieser Drehung wird zwar in der Zentralen *1*, welche durch den Berührungspunkt *2* geht, die Flügelweite *ff* (Fig. 42) zugleich Durchmesser des Cylinders *1 2* sein, in allen anderen Lagen wird aber die Flügelweite *ff* grösser als die entsprechende Kreissehne, z. B. *3 4* sein. Es wird daher der Querschnitt des Führungsgehäuses von der Kreisform etwas abweichend zu bearbeiten sein.

Fig. 41.



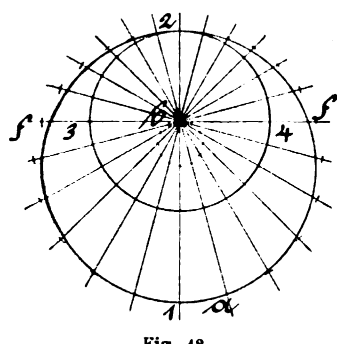


Fig. 42.
Empire's Bohrwerk mit Druckluftbetrieb.

Am linken Ende des Flügelkörpers *c* ist die Stellspindel *g* vorgesehen, welche mittels Ankerkopf in einen Schlitz des Keilstückes *d* eingreift. Dagegen sitzt am rechtsseitigen Zapfen ein Handgriffrad *h* und daran ein Winkelgetriebe *i*, welches in dem an den Schalenrand *l* angegossenen Zahnrad *k* mit (1 : 16) Uebersetzung eingreift. An diese Glocke *l* ist die Hülse *m* mit dem Bohrfutter *n* angeschlossen, während zur Führung dieser Hohlspindel der in dem äusseren Gehäuse *a* eingeschraubte Bolzen *o* dient. Mit dem im oberen Gehäusestutzen angeschraubten Lufthahn *p* wird die Kraftstärke geregelt, dessen Luftleitung nach einer Seite *q* des Flügelgehäuses geht, während bei *r* Ausströmung stattfindet. Durch einen entsprechenden Dreiwegehahn kann sonach auch Umkehrung der Bohrspindeldrehung ermöglicht werden, was beim Gewindeschneiden bekanntlich von Wichtigkeit ist. Die Stellspindel *s* mit Griffmutter *t* und Reitnagel *u* dienen zum

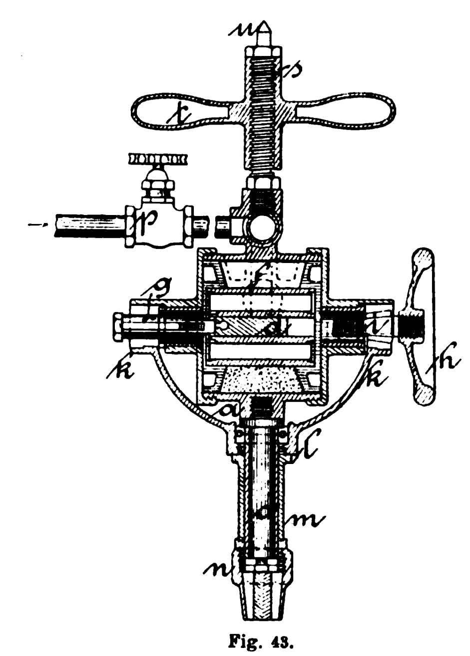


Fig. 43.
Empire's Bohrwerk mit Druckluftbetrieb.

Vortreiben, d. i. zur Schaltung des Bohrwerkzeuges. Das Gesamtgewicht eines solchen Bohrwerkes, mit welchem Löcher bis 8 mm Weite und 50 mm Tiefe in Gusseisen gebohrt werden können, ist zu rund 5 kg angegeben.

C. H. Haesler's Druckluftbohrmaschine.

Eine zunehmende Verwendung von tragbaren Druckluftmaschinen in Kesselschmieden, Lokomotivbau- und Reparaturwerkstätten, Brückenbauanstalten steht sicher zu

Fig. 44.

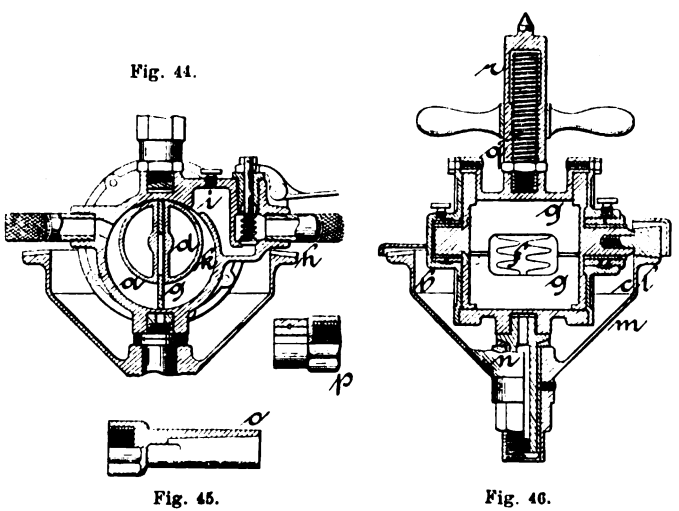


Fig. 45. Fig. 46.
Haesler's Druckluftbohrmaschine.

erwarten. Nun setzen Werkzeugmaschinen mit Kolbenmotoren eine besonders staubfreie, reine Druckluft voraus, weil das kleinste Hindernis die Steuerorgane zum Versagen bringt [1]). Es sind daher Druckluftmotoren ohne be-

[1]) In den Werkstätten der Königl. Staatsbahnen in Chemnitz musste ein stehender Druckluftkessel zwischen dem liegenden Kompressorkessel und der Leitung nach der Kesselwerkstätte eingeschaltet werden, um die durch die unreine Pressluft bedingten Betriebsstörungen der Druckluftwerkzeuge zu vermeiden.

sondere Steuerorgane trotz des starken Druckluftverlustes, also rotierende Maschinen mit ihren Mängeln, der Einfachheit wegen berücksichtigenswert und durchaus nicht von der Hand zu weisen.

Die von *C. H. Haesler Co.* in Philadelphia gebaute Bohrmaschine (Fig. 44 bis 46) setzt sich nach *American Machinist*, 1898 Bd. 21 Nr. 22 * S. 217, aus der cylindrischen Trommel *a*, in welcher mittels Deckel *b* und *c* eine exzentrisch gelagerte, mit Seitenborden versehene Zapfenwalze *d* drehbar lagert. Im durchgehenden Schlitz dieser Walze spielen zwei durch zwischenliegende Feder *f* auseinander getriebene Schieber *g*, welche sich an den inneren Trommelumfang anlegen. Die durch den rechtsseitigen Handgriff *h* zugeleitete, durch ein Steuerventil *i* regelbare Pressluft findet am Schieber *g* eine Wirkungsfläche, bis derselbe die Ausströmöffnung, welche durch den linken Handgriff in das Ableitungsrohr führt, erreicht hat. Vorher hat aber die Gegenseite des Schiebers die Einströmöffnung bereits überdeckt. An den rechten Walzenzapfen ist ein konisches Getriebe *l* angesetzt, welches in die Glocke *m* treibend eingreift, die um einen in das Trommelgehäuse eingeschraubten Zapfen *n* sich dreht und dem aufgeschraubten Futterstück *o* oder *p* Halt gibt, in welches die Loch- und Schneidbohrer bezw. Eindrehwerkzeuge eingesetzt werden. Dem Zapfen *n* gerade gegenüber ist die Druckschraube *q* festgelegt, über welche die Hülsengriffmutter *r* mit der eigentlichen Druckspitze geschoben ist. Geschaltet wird das Bohrwerkzeug durch Drehung der Griffmutter *r*. (Schluss folgt.)

An diesem stehenden 5 m hohen Kessel war die mit Schutzsieb versicherte Ableitung an der Kesseldecke angesetzt, während das Zuleitungsrohr vom liegenden Kompressorkessel in 1 m Höhe vom Boden einmündete.

Kleinere Mitteilungen.

Verordnung betreffend die Organisation der nationalen Kunst- und Gewerbeschulen Frankreichs vom 11. Oktober 1899.

Kap. I. *Allgemeines.*

1. Die Kunst- und Gewerbeschulen bezwecken, Arbeiter zu Werkstattsvorstehern und in der Praxis der mechanischen Künste bewanderten Industriellen auszubilden. Sie stehen unter dem Minister für Handel, Industrie, Post und Telegraphie und unter der Oberaufsicht des Präfekten, in dessen Departement sie errichtet werden.

2. Die Studiendauer in den Schulen ist eine dreijährige. Kein Eleve darf ein viertes Jahr durchmachen ausser in Krankheitsfällen, die ihn über 6 Wochen abhalten oder bei einer gleich langen Schulversäumnis aus triftigen Gründen und nach einem befürwortenden Bericht des Schulvorstandes.

3. Vom Minister werden den Eleven des dritten Jahres, die durch die allgemeine Abgangsprüfung allen Ansprüchen vollständig genügt haben, Zeugnisse erteilt. Die Zensur geht von 0 bis 20; diejenigen Schüler, welche mindestens die allgemeine Mittelzensur 11 ohne eine Einzelzensur unter 6 erhalten, gelten als reif. Den Eleven, die in einem Einzelfach nicht genügen, kann gestattet werden, im Laufe eines Jahres eine neue Prüfung in dem betreffenden Fach abzulegen; bestehen sie dabei, so wird das Zeugnis ausgehändigt. Dieses Zeugnis verleiht dem Inhaber die Eigenschaft eines diplomierten Eleven der Kunst- und Gewerbeschule. Als ehemalige Eleven der Schulen werden nur die anerkannt, die diesen Titel erhalten haben. Denjenigen Eleven, die wenigstens 15 als Hauptzensur und 11 als Einzelzensur erhalten, wird ein Spezialdiplom und eine silberne Medaille verliehen. Der als Erster abgehende Eleve erhält die goldene Medaille. Die 15 zuerst dekorierten Eleven, die innerhalb von 2 Jahren nach dem Schulabgang exklusive der Militärdienstzeit 1 Jahr lang in einer Werkstatt praktisch arbeiten, können eine Remuneration von 500 Frcs. erhalten.

4. Die Schulen nehmen nur interne Eleven an; die Schülerzahl einer jeden Anstalt darf 300 nicht übersteigen.

5. Der Pensionspreis beträgt 600 Frcs. jährlich, zahlbar am Quartalbeginn mit 150 Frcs. an eine öffentliche Kasse; der auf 300 Frcs. festgesetzte Betrag für Kleidung und Wäsche ist auch pränumerando zu zahlen. Ausserdem wird von jedem eintretenden Eleven eine Summe von 75 Frcs. zur Unterhaltmasse entrichtet. Die Familien haben zu Beginn eines jeden Schuljahres diesen Betrag mit 50 Frcs. zu ergänzen.

6. Eleven, deren Familien vorher ihre ungenügenden Mittel nachweisen, können vom Staat für die Dauer der Studienzeit ganze oder teilweise Freistellen erhalten. Doch können letztere definitiv oder vorübergehend auf den Bericht des Direktors und des Schulvorstandes schlechter Aufführung oder ungenügender Leistungen halber aufgehoben werden. In Einzelfällen kann die Kleidung umsonst geliefert werden, doch darf dies nicht mehr wie 15% der Schülerzahl betreffen.

7. Wird im Laufe eines Schuljahres eine Familie durch unvorhergesehene Umstände unfähig, die Pension zu zahlen, so kann der Minister auf günstige Schulberichte hin dieselbe ausnahmsweise davon befreien. Die Befreiung erfolgt nur am Semesterschluss.

8. Die Eleven tragen eine vom Minister vorgeschriebene Kleidung.

Kap. II. *Aufnahme der Eleven.*

9. Die Aufnahme erfolgt auf dem Gesuchswege nach folgenden Regeln.

10. Nur Franzosen werden aufgenommen; sie müssen am 1. Januar des Gesuchsjahres über 15 und unter 17 Jahre alt sein. Ein Altersdispens findet nicht statt. Von 1903 ab muss jeder Kandidat ein Zeugnis über praktisch-industriellen oder höheren Primärunterricht beibringen.

11. Die Aufnahmegesuche sind vor dem 1. Mai jedes Jahres schriftlich an den Präfekten des Departements zu richten, in dem die Familie wohnt. Dem Gesuch sind beizufügen: a) das Geburtszeugnis; b) eine der im Art. 10 § 3 aufgeführten Urkunden; c) das Zeugnis eines verpflichteten Arztes darüber, dass der Aspirant von guter Konstitution und dass er besonders nicht skrofulös oder mit einer ansteckenden chronischen Krankheit behaftet ist; d) ein Zeugnis über Wiederimpfung im vorhergehenden Jahre; e) ein Attest der Ortsbehörde über guten, sittlichen Lebenswandel und dass der Aspirant Franzose ist; f) die Verpflichtung der Eltern, die volle oder die ihnen zukommende teilweise Pension, das Kleidergeld u. s. w. zu bezahlen. — Die Unterschrift eines jeden Zeugnisses und die Verpflichtung ist zu beglaubigen.

12. Die Freistellengesuche sind an den Minister zu richten; sie werden zugleich mit den Aufnahmegesuchen auf der Präfektur deponiert. Der Präfekt untersucht mit den ihm zu Gebote stehenden Mitteln die Familienverhältnisse, und die betreffenden Schriftstücke werden zusammen mit den Gesuchen an den Gemeinderat des Wohnortes der Familie des Aspiranten abgegeben. Den motivierten Gemeindebeschluss übersendet dann der Präfekt mit allen Schriftstücken über das Gesuch und mit seinem persönlichen Bericht an den Minister.

13. Zur Rekrutierung der Eleven wird Frankreich in so viele Regionen eingeteilt als es Schulen gibt, deren Grenzen der Minister feststellt.

14. An Vorkenntnissen wird bei der Aufnahme verlangt: a) Schreiben; b) französische Sprache; c) geschichtliche und geographische Kenntnisse; d) theoretische und praktische Arithmetik; e) elementare Geographie; f) Algebra bis zu den Gleichungen zweiten Grades (exklusive); g) Elemente der Physik und Chemie; h) Ornament- und Linearzeichnen; i) Handarbeitsfertigkeit. Ein Ministerialerlass bestimmt das detaillierte Prüfungsprogramm in den verschiedenen Fächern.

15. Die Aufnahmeprüfung zerfällt in eine schriftliche, mündliche und handliche. Die schriftliche umfasst: a) eine Seite Probeschrift; b) ein Diktat; c) eine französische Ausarbeitung; d) einen linearen Riss und eine ornamentale Federzeichnung; e) zwei arithmetische und eine algebraische Aufgabe; f) zwei geometrische Aufgaben; g) eine Aufgabe aus der Physik und Chemie. Die Handarbeitsprobe besteht in der Ausführung eines Gegenstandes aus Holz oder Eisen, bestimmt durch das Programm. Die schriftlichen Aufgaben können ausfallen. Die mündliche Prüfung betrifft folgende Gegenstände: a) grammatikalische Fragen; b) Geschichte und Geographie; c) Arithmetik und Algebra; d) Geometrie.

16. Eine Ministerialverordnung setzt das detaillirte Prüfungsprogramm fest, ebenso die Umstände, unter denen die verschiedenen Prüfungen stattfinden.

Kap. III. *Schulunterricht.*

17. Der Unterricht ist ein theoretischer und ein praktischer.

18. Der theoretische, aber immer auf die Praxis gerichtete



Unterricht umfasst: a) Algebra bis zum binomischen Satz und Anwendungen (exklusive), elementare Kenntnis der Ableitungen (dérivés); b) ebene Trigonometrie, ganz elementare Kenntnis der Kosmographie, Feldmessen und Nivellieren; c) Elemente der analytischen Geometrie; d) beschreibende Geometrie, Schattenkonstruktion, Seitenpläne, ebenso Kenntnis der gewöhnlichen Perspektive, der Stein- und Holzschnitte; e) theoretische und angewandte Kinematik; f) reine und angewandte Mechanik (Dynamik, Statik, passive Widerstände, Festigkeit der Materialien, Hydraulik und Dampfmaschinen); g) Physik; h) Elektrizität und ihre industrielle Anwendungen; i) Chemie und deren Hauptbenutzung; k) Zeichnen, hauptsächlich industrielles; l) Technologie, ganz besonders in ihren Anwendungen bei der Maschinenkonstruktion; m) französische Sprache; n) Geschichte; o) Geographie; p) Buchführung, industrielle, kommerzielle, zollpolitische und sozialökonomische Gesetzgebung; q) industrielle Hygiene; r) moralische und bürgerliche Erziehung.

19. Der praktische Unterricht erfolgt in Spezialwerkstätten für Tischlerei und Modellieren, Giesserei, in Schmiede und Kesselwerkstatt und in Adjustieranstalt. Die Anzahl der Werkstätten kann vermehrt werden. Die Eleven werden während der Schulzeit nach bestimmten Ministerialverordnungen in die Werkstätten verteilt.

20. Das in den Werkstätten erzeugte Arbeitsprodukt gehört dem Staate.

Kap. IV. *Schulpersonal.*

21. Die Schule wird unter ministerieller Kontrolle und Oberaufsicht des Präfekten durch einen Direktor unter Mithilfe eines Kollegiums verwaltet. Den Direktor ernennt der Minister; die Direktorkandidaten müssen mindestens 5 Jahre lang im öffentlichen Unterricht folgende Funktionen bekleidet haben: Zensor oder Direktor an einem Lyceum; Direktor eines normalen Lehrerseminars, einer nationalen Gewerbeschule oder einer praktischen Schule mit mindestens 200 Schülern; Direktor der praktischen Bildungsanstalt für Arbeiter und Werkführer in Cluny; Subdirektor oder Ingenieur an einer nationalen Kunst- und Gewerbeschule. Auch Staatsingenieure, Ingenieure der Künste und Manufakturen und zivile Bergingenieure können zu Direktoren berufen werden, wenn sie mindestens 5 Jahre lang dem öffentlichen oder privaten Unterricht angehört haben.

22. Die Gewalt des Direktors erstreckt sich auf alle Dienstzweige; er bürgt für die Ausführung der Reglemente, der Ministerialverordnungen und hält Ordnung und Disziplin aufrecht; er korrespondiert direkt mit dem Minister und Präfekten und berichtet ihnen unmittelbar über alle Verhältnisse, die ihm den regelrechten Schulgang in Frage zu stellen scheinen.

23. Das Lehrerpersonal jeder Schule bilden ausser dem Direktor: ein Unterdirektor (Studienzensor), ein Ingenieur, ein Lehrer der Mechanik, zwei Lehrer der Mathematik, einer der Physik und Chemie, drei Lehrer für Zeichnen und Technologie, ein Litteraturlehrer, beauftragt mit dem Erziehungskursus, ein Lehrer für Buchführung und industrielle Oekonomie, Repetenten für die verschiedenen Fächer, ein Elektrotechniker für den praktischen Unterricht, ein Chef für jede Werkstatt und eine Anzahl von Unterchefs und Instruktionsarbeiter für den Werkstättendienst.

24. Die Zahl der Instruktionsarbeiter und Handarbeiter bestimmt der Minister.

25. Die Funktionäre des Unterrichts ernennt derselbe. Die Ingenieure, Lehrer und Werkstättenchefs haben eine Probezeit zu absolvieren, deren Bedingungen und Programm der Minister feststellt; erst nach mindestens einjähriger Probezeit können sie Stelleninhaber werden. Die Bewerber um Ingenieur- oder Chefstellen müssen nachweisen, dass sie über 5 Jahre lang eine bedeutende Werkstätte geleitet haben, ausser sie gehören bereits zum Personal der Kunst- und Gewerbeschulen. Die Bewerber um einen Lehrerposten haben nachzuweisen, dass sie ebenso lang in einer öffentlichen Anstalt unterrichtet haben. Doch können ohne Bewerbung zu Lehrern ernannt werden: Kandidaten, die bereits mindestens 5 Jahre lang als Lehrer öffentlichen Unterrichtsanstalten angehören und den Licentiatentitel für das Fach der Mathematik oder Mechanik, der Physik und Chemie oder für französische Litteratur besitzen.

26. Das jeder Schule beigegebene Verwaltungspersonal bilden: a) ein Rechnungsführer, der die Kassengeschäfte, den Einkauf und die Aufbewahrung des Materials, des Mobiliars und aller Magazingegenstände besorgt, ebenso das Logis, die Bekleidung und Beköstigung der Eleven. Er hat eine Kaution zu stellen, die der Minister bestimmt; b) ein Direktionssekretär und die nötigen Unterbeamten.

27. Der Rechnungsführer, Sekretär und die Aufseher werden vom Minister ernannt, der die Ernennung auch dem Direktor überlassen kann; aber in allen Fällen regelt er deren Zahl und Besoldung.

28. Jeder Schule wird ein Ober- und ein Assistenzarzt vom Minister zugeteilt; einer derselben soll möglichst Chirurg sein.

29. Ein ministerielles Reglement bestimmt im einzelnen die hierarchische Klassifikation, die Befugnis und Pflichten der verschiedenen Funktionäre und Beamten der Schule.

30. Die Besoldung und das Avancement regelt ebenfalls der Minister.

Kap. V. *Schulvorstand, Disziplin, Inspektion.*

31. Den Schulvorstand (conseil) bilden: der Direktor als Vorsitzender, der Subdirektor, der Ingenieur, die Lehrer und die Werkstättenvorsteher. Der Direktor ernennt ein Mitglied zum Schriftführer. Wohnt der Präfekt den Sitzungen bei, so führt er den Vorsitz.

32. Der Schulvorstand entwirft die Massnahmen zur Ausführung des theoretischen und praktischen Unterrichtsprogramms, begutachtet das vom Direktor entworfene Budjet und die im Laufe des Schuljahres nötig werdenden unvorhergesehenen Ausgaben, auch die von den Eleven in den Werkstätten auszuführenden Arbeiten, die vom Rechnungsführer oder Oekonomen vorgeschlagenen Einkäufe und alle Geschäfte, die ihm durch gegenwärtige Verordnung zustehen oder die ihm der Direktor überträgt. Endlich delegiert er allmonatlich eines seiner Mitglieder zur Teilnahme am Ordnungsrat (conseil d'ordre).

33. Der Vorstand (conseil) versammelt sich auf Berufung des Direktors, der die Tagesordnung aufstellt, mindestens alle 2 Monate.

34. Am Ende des Schuljahres setzt der Vorstand nach dem Ausfall der allgemeinen Prüfungen die Rangliste der drei Abteilungen fest und bezeichnet diejenigen Eleven, die wegen schlechten Betragens oder Unfähigkeit von der Schule auszuschliessen sind.

35. Folgende Strafen können über die Schüler verhängt werden: Benachrichtigung der Eltern mit Eintrag in die Akten; Verwarnung vor dem Ordnungsrat mit Akteneintrag; Ausgangsentziehung; Tadel vor dem Schulvorstand; Ausschliessung. Die Strafen werden, ausgenommen die nur vom Minister erfolgende Ausschliessung, vom Direktor oder Subdirektor auf den schriftlichen Bericht der Lehrer, Werkstattchefs oder Aufseher verhängt. Die beiden letzten Strafen aber können nur auf den Bericht des Schulvorstandes verfügt werden. Das interne Schulreglement bestimmt die verschiedenen Grade und die Anwendungsart der Disziplinarvorschriften. In schweren Fällen kann der Ordnungsrat die Ausschliessung verfügen, worüber der Direktor unmittelbar dem Minister berichtet, welcher definitiv entscheidet. Der Präfekt wird gleichzeitig benachrichtigt.

36. Schüler, deren Betragen und Leistungen mehr wie genügen, können Belobnungen erteilt werden; diese bestehen: im Löschen einer früher zu den Akten genommenen schlechten Note; in besonderem lobenden Eintrag in die Akten, den zweimonatlichen und halbjährigen Bericht; in ausgedehnter Ausgangsfreiheit.

37. Am Semesterschluss stellt der Direktor für jeden Schüler einen Bericht (bulletin) auf, der die Noten über Fleiss, Fortschritte und Betragen während des ganzen Halbjahres resumiert. Diese Berichte werden an die Eltern oder Geschäftsfreunde (correspondants) der Schüler geschickt; einen Auszug erhält der Minister mit besonderer Erwähnung der Stipendiaten, auch der Präfekt, aus dessen Departement der Schüler unterstützt wird. Ausserdem erhalten die Eltern alle 2 Monate vom Direktor eine Note über Fleiss und Betragen der Eleven.

38. Ein vom Minister ernannter Generalinspektor macht in den Schulen die erforderlichen Inspektionen, jährlich mindestens einmal. Er kontrolliert alle Dienstzweige des Unterrichts und der Verwaltung; er überzeugt sich von Fleiss und Betragen der Schüler, die er gelegentlich befragt; über die Inspektionsresultate berichtet er eingehend an den Minister. Letzterer kann ausserdem Spezialdelegierte mit der ganzen Inspektion oder eines Teiles derselben beauftragen. Dieser Delegierte berichtet direkt dem Minister und liefert gelegentlich auch Noten über das Personal. Hierdurch werden die Verordnungen vom 4. April 1885, 1. Januar 1892, 13. Januar und 7. April 1896 aufgehoben. (*Echo.*)

Ty.

Bücherschau.

Bernoulli's Dampfmaschinenlehre. Handbuch zum Gebrauch in der Praxis und zum Selbstunterricht für angehende Ingenieure, sowie für den Unterricht an technischen Lehranstalten. Achte Auflage. Neu bearbeitet und vermehrt von *Fr. Freytag*, Professor an den technischen Staatslehranstalten in Chemnitz. Mit 396 Abbildungen im Text und 7 Tafeln. 1900. Verlag von Arnold Bergsträsser (A. Kröner) in Stuttgart. Preis geheftet 14 M. In Leinwand gebunden 15 M.

Die vorliegende achte Auflage des bekannten und beliebten Handbuches zeichnet sich durch eine umfassende Bearbeitung und eine weitgehende Bereicherung des Inhaltes aus. Ein besonderes Verdienst des Verfassers und der Verlagsbuchhandlung besteht darin, dass die meisten früheren Abbildungen, soweit sie veraltet waren, trotz der hohen Kosten, durch neue Abbildungen ersetzt worden sind, welche die bedeutenden Fortschritte berücksichtigen, die inzwischen in der Ausnutzung der Dampfkraft erreicht wurden. Bei der Auswahl der neuen Abbildungen stützte sich der Verfasser im wesentlichen auf seine zahlreichen Veröffentlichungen in *Dinglers polytechn. Journal*; ein anderer



Teil ist neu angefertigt oder anderen Veröffentlichungen entnommen worden.

Die Anordnung des Stoffes ist dieselbe geblieben. Wo die Notwendigkeit auftrat, Aenderungen oder Ergänzungen im Text vorzunehmen, war der Verfasser bemüht, dieselbe Klarheit im Ausdruck zu erreichen, welche das Werk bisher auszeichnete. Durch die Wahl eines etwas grösseren Formates und durch Kürzungen an passender Stelle ist es auch möglich geworden, trotz der erheblichen Inhaltsvermehrung den bisherigen Umfang des Werkes nicht zu überschreiten.

Von der Bearbeitung der einzelnen Abschnitte sei das Folgende hervorgehoben.

Die *Einleitung* und der *erste Abschnitt* des Werkes über *die Entstehung und Entwickelung der Dampfmaschinen* sind nahezu unverändert geblieben; dagegen hat der *zweite Abschnitt*, der die *Physik des Dampfes* behandelt, eine Neubearbeitung durch Dr. *Müller*, Lehrer für Physik an den technischen Staatslehranstalten in *Chemnitz*, erfahren. Die Bearbeitung betrifft hauptsächlich die Kapitel über den Siedeprozess, über gesättigten und ungesättigten Dampf, über spezifische Wärme, über Verdampfungswärme, über das mechanische Wärmeäquivalent und den ersten Hauptsatz, über isothermische und adiabatische Volumenänderung. Bei der Besprechung der Eigenschaften des gesättigten und ungesättigten Dampfes wäre es vielleicht zweckmässiger gewesen, von „überhitztem" statt von „ungesättigtem" Dampfe zu reden, da die erste Bezeichnung mehr dem jetzt in der Technik herrschenden Sprachgebrauche entspricht. Eine recht bedenkliche Definition wird auf S. 37 für die spezifische Wärme und die Kalorie gegeben; es heisst dort: „Unter spezifischer Wärme versteht man diejenige Wärmemenge, welche nötig ist, um 1 kg eines Körpers von 0^0 auf 1^0 zu erwärmen. Die spezifische Wärme des Wassers ist gleichzeitig die Wärmeeinheit und heisst Kalorie. Die spezifische Wärme der Körper ist nicht konstant, sondern wächst im allgemeinen mit der Temperatur." Hiervon ist nur der letzte Satz richtig; nach dem ersten müsste die spezifische Wärme konstant sein und aus dem zweiten und dritten Satze könnte man folgern, dass die Masseinheit, die Kalorie, nicht konstant, sondern mit der Temperatur wie die spezifische Wärme veränderlich wäre. Die folgenden Ausführungen sind zwar wieder korrekt, doch ist der erwähnte Irrtum um so bedauerlicher, da die siebente Auflage beide Definitionen richtig enthielt. Neu aufgenommen sind die Annäherungsformeln für die Verdampfungswärme von *Clausius* und *Regnault* (S. 39); ferner die Erläuterung des Kondensationsvorganges bei adiabatischer Expansion (S. 52 und 53). Die in der Anmerkung enthaltene Ableitung der Gleichungen für die Arbeitsleistung bei isothermischer und adiabatischer Expansion, welche früher mit Benutzung höherer Mathematik erfolgte, ist durch eine elementare, allerdings viel umfangreichere Ableitung ersetzt worden (S. 61 bis 64). Der Schluss des zweiten Abschnittes wird durch die Anführung einiger wichtiger Zahlenwerte für überhitzten Dampf gebildet (S. 64 und 65).

Der dritte Abschnitt und die folgenden sind wieder von Prof. *Freytag* bearbeitet.

Der *dritte Abschnitt* behandelt die *Erzeugung des Dampfes*. Der erste, wenig veränderte Teil befasst sich mit dem Brennmaterial und der Verbrennung. Im zweiten Teile, der die *Feuerungsanlagen* betrifft, werden unter anderem einige besondere Roststabkonstruktionen, sowie die Beschickungsvorrichtung von *Cario* neu besprochen. Die künstliche Zugerzeugung (S. 91) wird eingehender durch Erläuterung der Unterwindfeuerung von *Kudlicz*, des *Körting*'schen Dampfstrahlunterwindgebläses und der Unterwindfeuerung von *E. B. Coxe* behandelt. Die Kapitel über rauchverzehrende Feuerungen, selbstthätige Rostbeschickungsapparate, Kohlenstaubfeuerungen, Gasfeuerungen und Feuerungen mit flüssigen Brennstoffen sind durchgreifend bearbeitet bezw. neu aufgenommen worden. Hier seien nur die Halbgasfeuerung System *Völcker*, die selbstthätigen Feuervorrichtungen von *Proctor*, *Leach*, *Ruppert*, *Julius Schlesinger und Co.*, die Kohlenstaubfeuerungen von *Schwarzkopf*, *Pinther* und *Karl Schütze* erwähnt. — Im dritten Teile des dritten Abschnittes werden die *Dampfkessel* erörtert. Die Festigkeitsberechnung ist den modernen Anforderungen entsprechend neu bearbeitet. Das Kapitel über Ueberhitzung des Dampfes hat mit Rücksicht auf die steigende Bedeutung dieser Frage eine erhebliche Erweiterung erfahren. Behandelt werden die Systeme von *Schwörer*, *Gehre*, *Uhler*, *Böhmer* und *Schmidt*. Die Abbildungen und auch Teile des Textes sind — allerdings ohne Quellenangabe — der in *Dinglers polyt. Journal*, Bd. 312, veröffentlichten Arbeit des Unterzeichneten entlehnt.

Besonders hervorgehoben zu werden verdient noch die Besprechung der wichtigsten Bauarten der Dampfkessel, welche an der Hand vollständig neuer Abbildungen der wichtigsten Kesseltypen moderner Bauart erfolgt. — Dasselbe gilt auch von der Bearbeitung des vierten Teiles über die *Speisevorrichtungen*. Von Speisepumpen werden mehrere Ausführungen der Firma *Klein*, *Schanzlin und Becker*, sowie die *Worthington*-Pumpe beschrieben und durch Abbildungen erläutert. Neu aufgenommen sind ferner der Universalinjektor von *Gebr. Körting* und der Restarting-Injektor von *Schäffer und Budenberg*. Auch die Vorwärmung und Reinigung des Speisewassers wird eingehend besprochen. — Der fünfte Teil befasst sich schliesslich mit der *Spannung des Kesseldampfes*. Hier werden die Manometer und Sicherheitsventile erledigt und die Druckprobe des Kessels besprochen. Bei der Behandlung der Kesselexplosionen wäre es angebracht gewesen, eine schlechte Ausdrucksweise der vorletzten Auflage auszumerzen. Auf S. 211 findet sich die übernommene Stelle: „...... so wird dieser Teil sehr bald glühend. Dadurch sinkt die Festigkeit des Eisens und nähert sich dem Werte (?) der Dampfspannung. Sinkt sie unter diejenige (Festigkeit?) der Dampfspannung, so muss die Explosion eintreten." —

Der *vierte Abschnitt* beschäftigt sich mit den *verschiedenen Teilen der Dampfmaschine*. Von den Stopfbüchsen werden besonders diejenigen mit Metallpackung eingehender besprochen. Die Stopfbüchse Fig. 142 wird sowohl als Stopfbüchse mit weicher Packung als auch als solche mit Metallpackung (nach *Gminder*) bezeichnet, was auf den Leser störend wirken muss. In Fig. 143, welche die Packung von *Witty and Wyatt* darstellt, sind durch einen Zeichenfehler die Stiftschrauben in den Brillenflansch eingeschraubt angegeben. Ferner sind noch die Stopfbüchsendichtungen mit Federspannung der *United States Co.* und von *T. Keene* in Birenhead dargestellt. Die Kolbenkonstruktionen sind in mehrfachen Neuerungen besprochen und wiedergegeben. Dasselbe gilt von den Dampfleitungsarmaturen. Die Schiebersteuerungen werden in unveränderter Weise behandelt. Neu aufgenommen ist die *Guhrauer*-Steuerung; ausserdem werden einige Flachschieberentlastungen, sowie die Kolbenschieber neu behandelt. Bei den Corliss-Steuerungen ist die veränderte Darstellung der *Frikart*-Steuerung und die Aufnahme der *Wheelock*-Steuerung zu erwähnen. Die modernen Ventilsteuerungen sind durchweg in neuen Abbildungen dargestellt. Behandelt werden die ältere und neuere *Sulzer*-Steuerung, die ältere und neuere *Collmann*-Steuerung und die *Elsner*-Steuerung. Die Umsteuerungen sind nahezu unverändert gelassen; ebenso die Behandlung des Kondensators. Bei den Elementen des Kurbeltriebes werden die jetzt gebräuchlichen Konstruktionen wiedergegeben. Die Behandlung der gusseisernen Kurbeln, Schubstangen u. s. w. ist mit Recht ausgelassen worden; dagegen wird nachdrücklicher auf die Verhinderung des Heisslaufens der Zapfen hingewiesen. Bei der Besprechung der Wirkung der schwingenden Massen wird der Druckwechsel im Gestänge gar nicht erwähnt, obwohl dies doch zum besseren Verständnis der folgenden Betrachtung über die Grenzen der Geschwindigkeit unbedingt nötig wäre. Von Regulatoren werden neu besprochen: der *Pröll*'sche Federregulator mit wagerechter Achse; der Regulator von *Tolle*, *Trenk*; der Achsenregulator von *Thomas Powell* und von *Sondermann*. —

Von dem *fünften Abschnitt: Verschiedene Typen stationärer Dampfmaschinen* gilt das über die Behandlung der Dampfkesseltypen Gesagte.

Der *sechste Abschnitt* beschäftigt sich mit der *Leistung der Dampfmaschinen*. Die Bearbeitung erstreckt sich hier hauptsächlich auf das den Indikator betreffende. Erwähnt sei noch, dass die Definition der mechanischen Arbeit, welche in der siebenten Auflage des Werkes wie folgt lautete: „Die mechanische Arbeit besteht darin, dass irgend ein Widerstand längs eines Weges überwunden wird", von dem Verfasser umgewandelt worden ist in: „Man versteht unter mechanischer Arbeit *den Widerstand*, welcher längs eines Weges überwunden wird", was eine recht zweifelhafte Verbesserung ist. —

Der letzte *siebente Abschnitt*, der die *verschiedenen Anwendungen der Dampfmaschine* betrifft, ist vollständig neu bearbeitet und behandelt unter Benutzung zweckentsprechender neuer Abbildungen: Dampfpumpen, Gebläsemaschinen, Kompressoren, Dampfhämmer, Dampframmen, Dampfhebemaschinen, Fördermaschinen, Schiffsmaschinen, Lokomotiven, Lokomobilen und rotierende Dampfmaschinen. —

Den Schluss des Werkes bilden 7 Tafeln, von denen die beiden ersten mit übernommenen zwei Maschinen älterer Bauart, die folgenden 5 neue Tafeln Maschinen moderner Bauart der verschiedensten Typen darstellen. —

Aus vorstehender Besprechung wird der Leser entnehmen können, wie reichhaltig die aufgenommenen Neuerungen sind. Die Ausführung der Abbildungen und die übrige Ausstattung ist eine vorzügliche. Abgesehen von den wenigen hier bemerkten Mängeln muss hervorgehoben werden, dass es dem Verfasser durch seine durchgreifende Bearbeitung gelungen ist, das teilweise veraltet gewesene Werk wieder auf die volle Höhe der Zeit zu bringen, so dass dasselbe besonders dem angehenden Techniker, der eine leichtverständliche und doch gründliche Belehrung sucht, nur bestens empfohlen werden kann.

Zum Schluss sei noch bemerkt, dass es aus Pietät angebracht gewesen wäre, den inzwischen verstorbenen Verfasser der beiden vorhergehenden Auflagen des Werkes, Prof. *Friedr. Autenheimer*, in der Vorrede wenigstens kurz zu erwähnen. *O. Herre.*

Arnold Bergsträsser Verlagsbuchhandlung (A. Kröner) Stuttgart.
Druck der Union Deutsche Verlagsgesellschaft ebendaselbst.



DINGLERS
POLYTECHNISCHES JOURNAL.

81. Jahrg., Bd. 315, Heft 10. **Stuttgart, 10. März 1900.**

Jährlich 52 Hefte in Quart. **Abonnementspreis** vierteljährlich 6 M., direkt franko unter Kreuzband für Deutschland und Oesterreich 6 M. 65 Pf., für das Ausland 7 M. 30 Pf. Redaktionelle Sendungen und Mitteilungen bittet man zu richten: An die Redaktion von „Dinglers Polytechn. Journal" in Stuttgart, die Expedition betreffende Schreiben an Arnold Bergsträsser Verlagsbuchhandlung (A. Kröner) Stuttgart.



Preise für **Anzeigen**: 1spaltig: 1 mm Höhe bei 48 mm Breite 10 Pf., 2spaltig (96 mm Breite): 20 Pf., 3spaltig (144 mm Breite): 30 Pf., 4spaltig (192 mm Breite): 40 Pf. Bei 6, 13, 26, 52maliger Wiederholung 10, 20, 30, 40 Prozent Rabatt. — **Beilagen** bis 20 Gramm 30 Mark netto. — Alleinige Annahmestelle für Anzeigen und Beilagen bei der Annoncen-Expedition Rudolf Mosse, Berlin, Stuttgart und Filialen.

Ueber die Konstruktion der Schreibmaschinen.

Von **A. Beyerlen**, Ingenieur.

Die Schreibmaschine nimmt die Aufmerksamkeit immer weiterer Kreise in Anspruch. Es ist daher wohl angebracht, näher auf die Eigentümlichkeiten der Konstruktion derselben einzugehen.

Der in *D. p. J.* 1899 **313** * 7 veröffentlichte Aufsatz von Dr. *H. Lux,* Ingenieur, brachte eine vorzügliche systematische Uebersicht über sämtliche gebräuchliche Maschinen, in welche einige kritische Bemerkungen über Konstruktion eingeflochten waren.

Es scheinen dabei aber einzelne Missverständnisse vorzuliegen und einige wichtige konstruktive Gesichtspunkte ganz übersehen worden zu sein, weshalb einige ergänzende und berichtigende Ausführungen gestattet sein mögen.

Der Beschreibung der einzelnen Arten von Schreibmaschinen in jenem Aufsatz geht eine allgemeine Besprechung der hauptsächlichsten Unterscheidungsmerkmale der Schreibmaschinen voraus.

Zunächst heisst es, dass die Typenhebelmaschinen im Prinzip einfacher konstruiert seien, als die Typenradmaschinen, sie seien aber grösser und schwerer.

Hierzu darf ergänzend bemerkt werden, dass es Typenhebelmaschinen gibt, welche leichter sind als die couranntesten Radmaschinen und auch solche, welche weniger Umfang haben. Während z. B. die Typenradmaschinen „Crandall" 8 kg, „Hammond" und „Munson" je 7 kg wiegt, ist das Gewicht der Typenhebelmaschine „National" nur 6,5, der „Franklin" 7,5, der „Williams" 5 kg und ungefähr dasselbe Gewicht haben die Hebelsysteme „Fitch", „English", „Salter" und „North"; diese sind also sämtlich leichter als obige Radmaschinen.

Unter den Typenhebelmaschinen — heisst es weiter unten — seien diejenigen mit Volltastatur schwerer, als diejenigen mit Umschaltung.

Dies ist im allgemeinen richtig, denn die Volltastermaschinen „Caligraph", „Smith Premier", „Jewett", „Duplex", „Hartford", „Barlock", wiegen alle 15 und mehr Kilogramm, während die einfach umschaltenden Maschinen nach dem Typus der Remington etwa 11 bis 13 kg wiegen.

Es muss hier aber auch einer auffallenden Ausnahme Erwähnung gethan werden, nämlich einer Volltastermaschine, welche nicht nur ein niedrigeres Gewicht als alle übrigen Volltastermaschinen hat, sondern auch leichter ist als alle die einfachen Umschaltemaschinen.

Dies ist die Yost-Maschine, welche Volltastatur hat, während ihr Gewicht nur 9,5 kg beträgt.

Ferner heisst es von den Typenhebelmaschinen: Die Hebelgelenke schleissen sich im Gebrauche ab, wodurch leicht die Zeilengeradheit verloren geht. Dies ist richtig, doch muss dazu bemerkt werden, dass letzteres nur dann der Fall ist, wenn die Typen im Anschlage keine Führung haben. Dieses wichtigsten Konstruktionsprinzips, der Genaustellung der Typen im Anschlage, ist merkwürdigerweise gar keine Erwähnung gethan und doch ist sie eine Sache, die vom technischen Standpunkte aus als die wichtigste Forderung jeder präzis arbeitenden Maschine angesehen werden muss. Das Verschweigen dieser spezifischen mechanischen Vervollkommnung im Schreibmaschinenbau bei dieser Zusammenstellung ist um so auffallender, als seit 1891 eine solche Maschine mit grossem Erfolge in Deutschland eingeführt wird. Es ist dies wiederum die Yost-Maschine, welche eine genaue Zeilenstellung sichert, und diese auch durch etwaiges Abschleissen der Hebel nicht verlieren kann.

Die Zeilengeradheit sei bei den Radmaschinen dauernd gesichert, heisst es dagegen. Dies ist nicht streng zu nehmen, denn jede Radmaschine arbeitet mit Umschaltung, und zwar mit einer solchen Umschaltung, bei welcher die Stellung des Typenrades zur Linie verschoben wird. Wenn also ein Abdruck erfolgt während die Umschaltevorrichtung in Bewegung ist, so muss dieser Abdruck ausserhalb der Schreibzeile stehen. Die Sicherheit der Zeilenstellung ist also bei den Radmaschinen nur eine bedingt vollkommene, von der Pünktlichkeit des Schreibers abhängige, was auch an anderer Stelle zugegeben ist.

Sodann, was die Schreibgeschwindigkeit anbelangt, so heisst es: „dürften die Typenradmaschinen vor den Typenhebelmaschinen einen kleinen Vorsprung haben, weil bei den ersteren der Tastenweg kürzer ist, und die Tasten nicht staccato angeschlagen werden müssen, wie bei den letzteren Maschinen."

Dieser Satz ist nicht einwandsfrei. Denn, wenn schon ein Grund, weshalb der Tastenweg bei einer Radmaschine kleiner sein soll, als bei einer Typenhebelmaschine, nicht einzusehen ist, da seine Grösse ja nur von der im Belieben des Konstrukteurs liegenden relativen Länge der Tasthebel abhängt, so ergibt das Resultat der Messung hier das Gegenteil des Gesagten. Während der Tastenweg der Yost-Maschine 10 bis 12 mm beträgt, so ist derjenige der Crandall und der Munson etwa 15 bis 20 mm, der Blickensderfer etwa 30 mm, ja, alle Radmaschinen haben einen tieferen Tastengang, als z. B. die Hebelmaschine Yost, welche den kürzesten Tastenweg von allen Schreibmaschinen hat. Nur die Hammond hat einen annähernd ebenso kleinen Tiefgang.

Staccato müssen auch die Radmaschinen mit einer Ausnahme angeschlagen werden. Warum ein Staccatoanschlag, mit zwei Händen im Wechsel ausgeführt, langsamer, als ein Legatoanschlag sein soll, ist nicht einzusehen.

Der Legatoanschlag der Hammond hat eine genau begrenzte Schnelligkeit. Die Zeit von einem zum anderen Anschlag darf nicht kürzer sein als diejenige, welche der Druckhammer zu einer Hin- und Herbewegung braucht, während bei jeder Hebelmaschine der eine Hebel angeschlagen werden kann, noch ehe der vorher angespielte vollständig in Ruhe ist.

Dazu kommt die wichtige Frage der Umschaltung. Die

Umschaltung ist eine Erfindung *Yost*'s, welche den Zweck hatte, einer Maschine mit ungenügender Zahl von einzelnen Gliedern die Möglichkeit zu geben, die doppelte Anzahl Typen abzudrucken. Diesem Zwecke dient die Umschaltung auch heute noch bei allen Maschinen, welche sich ihrer bedienen. Die Umschaltung ist daher ein Notbehelf, um dem Mangel an genügender Gliederzahl abzuhelfen. Sie ist ein notwendiges Uebel und gewiss kein Vorzug einer Maschine. Es lässt sich keine von den sämtlichen heutigen Umschaltemaschinen ohne Umschaltung ausführen. Es darf also nicht die Sache so dargestellt werden, als ob der Erbauer einer Schreibmaschine, die mit Umschaltung arbeitet, die Wahl gehabt hätte, ob er die Maschine mit Voll- oder mit Umschalttastatur machen will, und die Umschaltung deswegen gewählt hätte, weil sie etwa an sich zweckmässiger wäre als die Volltastatur.

Anders bei den Volltastemaschinen. Sie lassen sich sofort und ohne wesentliche Aenderung zu Umschaltemaschinen umändern und noch dazu ohne das ehemalige *Yost*'sche Patent zu berühren, was leicht einzusehen ist.

Es ist aber noch keinem Konstrukteur einer Volltastaturmaschine eingefallen, seine Maschine für Umschaltung einzurichten, obwohl man bei einer Maschine mit Vollgliederung die Umschaltung viel einfacher und besser anbringen könnte, als es bei allen Umschaltemaschinen der Fall ist, weil eine Verschiebung der Walze gegen die Druckstelle nicht notwendig ist, und daher die dadurch mögliche unzeilige Stellung von Typen nicht vorkommen kann.

Fig. 1.

Umschaltung. a Grosser Buchstabe. a^1 Kleiner Buchstabe. a^2 Fehldruck.

Also kurz: Jede vollgliederige Maschine lässt sich sowohl mit Volltastatur als mit Umschaltung ausführen, jede ungenügendgliederige ist nur mit Umschaltung möglich.

Die Umschaltung (Fig. 1) als einen Vorteil hinzustellen, heisst also aus der Not eine Tugend machen.

Es ist auch als ein konstruktiver Vorteil der Vollgliederung richtig anerkannt, dass hierbei nur *eine* Type auf jedem Hebel angebracht ist, die in seine Mittellinie zu stehen kommt, und dass dadurch der Hebel leistungsfähiger gemacht wird für grössere Kraftanstrengungen.

Was die Gefährdung der Zeilenstellung infolge der Umschaltung anbelangt, so ist darüber das Nötige bemerkt.

Was die Schnelligkeit und Bequemlichkeit des Schreibens betrifft, so dürfte einleuchten, dass jede Umschaltung ein Aufenthalt ist, der, wenn die Umschaltung auch gewohnheitsmässig und gewissermassen „automatisch" vom Schreiber gemacht wird, doch thatsächlich vorhanden ist, weil unbestreitbar jede Umschaltung *zwei* Bewegungen erfordert, die zwischen die einzelnen Tastbewegungen eingeschaltet werden müssen und die mindestens ebensoviele Zeit wie *zwei* Hebelanschläge erfordern. Da nun auf 20 kleine Buchstaben im Deutschen je ein grosser Buchstabe vorkommt, so bedeutet die Umschaltung eine Arbeitsvermehrung von 10 % gegenüber der Volltastatur.

Wie gerade die Amerikaner dazu gekommen sein sollten, Volltastaturmaschinen zu verlangen und zu bauen, da doch das Verhältnis der grossen Buchstaben zu den kleinen für die englische Sprache noch ein weit kleineres als bei der deutschen Sprache ist, wäre nicht zu erklären, wenn sie nicht eingesehen hätten, dass die Umschaltung an sich ein Mangel ist. Der Satz wird jedenfalls richtig sein, dass für die deutsche Sprache die Volltastatur noch weit günstiger, ja notwendiger als für die englische ist, und daher Volltastemaschinen unter allen Umständen denen mit Umschaltung vorzuziehen sind.

Die Grösse des Vollgriffbrettes gegenüber der Umschaltetastatur (Fig. 2) kommt nur dann in Betracht, wenn das grosse und das kleine Alphabet verschiedene Anordnung haben. Wenn aber das grosse Alphabet die gleiche Reihenfolge hat, wie das kleine, so ist einleuchtend, dass der Schreiber, um anstatt des kleinen einen grossen Buchstaben zu greifen, nur um eine für alle Buchstaben gleichbleibende Strecke nach oben zu greifen hat, was viel einfacher ist, als wenn er die komplizierte Umschaltung vornehmen muss.

Dass alle Radmaschinen nur für Umschaltung gebaut sind, ist richtig, aber warum? Einfach weil eine Radmaschine ohne Umschaltung gar nicht ausführbar ist. Dies zeigt sich schon aus dem thatsächlichen Umstande, dass für die Radmaschinen *eine* Umschaltung nicht einmal genügt, sondern dass sie sämtlich sogar zwei Umschaltungen nötig haben, was natürlich die Handhabung der Maschine noch weiter erschwert. Darum ist auch die Typenhebelmaschine unter allen Umständen der Radmaschine vorzuziehen. Dass die Durchschlagskraft der Radmaschinen durchweg geringer als die der Typenhebelmaschinen ist, ist richtig bemerkt.

Fig. 2.

Tastatur der Yost-Maschine.

Einen weiteren Vergleichungspunkt bildet die Einfärbungsart: Kissen oder Band.

Hier ist anerkannt, dass der Typenabdruck bei Benutzung eines Farbkissens am reinsten ist, dass bei Einfärbung mit Farbband die Buchstaben immer unscharfe Konturen haben, und dass die Buchstaben, wenn das Band schon etwas abgenutzt ist, sich in einzelne Striche auflösen, was daher kommt, dass beim Bande das Gewebe mit abgedruckt wird.

Es wurde wohl vergessen, zu bemerken, dass auch das Bandgewebe durch die Anschläge der scharfen Typen zerschlagen, zerfasert wird, und die Fasern die Typenhöhlungen ausfüllen, was ein häufiges Reinigen notwendig macht, das beim Farbkissen wegfällt.

Gegen das Farbkissen wird ausgeführt, dass der ungleich häufige Gebrauch der einzelnen Buchstaben eine ungleiche Abnutzung und daher eine ungleichmässige Färbung nach einigem Gebrauch zur Folge habe.

Hier muss aber ein Unterschied gemacht werden zwischen solchen Farbkissen, bei welchen die Farbe auf der Oberfläche aufgetragen und eingepinselt wird und demgemäss nur eine dünne Farbschicht der Benutzung liefert, deren Farbvorrat rasch erschöpft ist, und solchen Farbkissen, welche als Dauerstempelkissen gemacht sind, die erstens einen genügenden Vorrat Farbe, selbst für die häufigst gebrauchten Buchstaben und für viele Monate enthalten, und bei welchen sich zweitens die Farbe vermöge der Kapillarität des Filzes, aus welchen sie bestehen, stets innerhalb der ganzen Masse ausgleicht. Ein solches Kissen (Fig. 3) besitzt die Yost-Maschine. Die Gebrauchsuntüchtigkeit dieses Farbkissens tritt ein nicht aus Mangel an Farbstoff, sondern wenn der Farbstoff eintrocknet, mit Staub vermischt ist, oder die chemische Konsistenz der Farbe sich

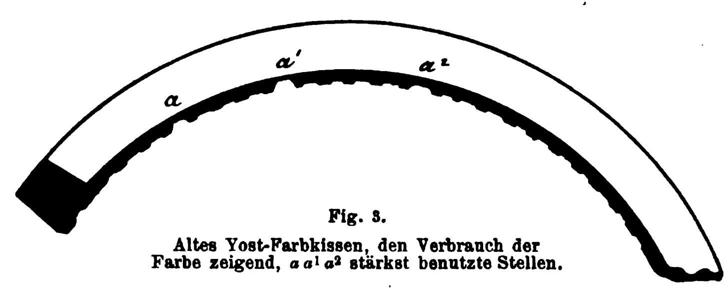


Fig. 3.

Altes Yost-Farbkissen, den Verbrauch der Farbe zeigend, $a\ a^1\ a^2$ stärkst benutzte Stellen.

verändert. Dies findet aber natürlich nicht bloss bei den häufigst gebrauchten Buchstaben statt, sondern auf der ganzen Ausdehnung des Kissens. Es zeigt sich, dass ein Farbkissen auch unbrauchbar wird, wenn die Maschine gar nicht benutzt wird, in jedem Falle aber tritt der Zeitpunkt der Unbrauchbarkeit des Kissens früher ein als der Farbvorrat, selbst an der häufigst benutzten Stelle erschöpft ist. Eine ungleich gefärbte Schrift kann also aus diesem Grunde nicht entstehen.

Ein solches Farbkissen hält mindestens die 2- bis 3fache



Dauer eines Farbbandes aus, und da der Preis eines Kissens etwa der doppelte von dem eines Bandes ist, so ergibt sich, dass die Kissenfärbung nicht teurer, sondern billiger als die des Bandes ist.

Der Grund, warum die weitaus meisten Schreibmaschinen mit Band arbeiten, besteht darin, dass sie eben vermöge ihrer Bauart mit Kissen nicht arbeiten können und dass ihre Existenz von der Verwendung des Bandes abhängt, während dagegen bei Kissenmaschinen sehr leicht beides verwendet werden kann, Band und Kissen, wie z. B. bei der Yost-Maschine, was auch in dem besprochenen Aufsatz bemerkt ist. Bei dieser Maschine hat der Schreiber also die Wahl zwischen beidem.

Ein neuer, nicht erwähnter Vorteil ergibt sich bei der gleichzeitigen Benutzung von Kissen und Band zusammen. Das Band wird durch die am Kissen gefärbten Typen stets selbstthätig aufgefrischt, indem die Typen ihm genau an derselben Stelle, an welcher es Farbe ans Papier abgibt, Farbe von dem Kissen zuführen.

Der letzte Punkt der Vergleichung der Schreibmaschinen untereinander ist der in Bezug auf Sichtbarkeit der Schrift.

Ueber die Sichtbarkeit der Schrift und deren Notwendigkeit oder Entbehrlichkeit sind gerade in letzter Zeit infolge des Erscheinens verschiedener sogen. sichtbaren Maschinen lebhafte Erörterungen geführt worden (s. *Schreibmaschinenzeitung*, Hamburg vom 15. November 1899).

Die Sichtbarkeit der Schrift während des Schreibens ist vollkommen entbehrlich, wenn nur dafür gesorgt ist, dass bei jeder Schreibpause das jeweils Geschriebene schnell und mit wenig Mühe offen sichtbar und zugänglich gemacht werden kann, weil nämlich der Maschinenschreiber die Tasten, auf denen er arbeitet, und die Schrift, die anderswo entsteht, nicht gleichzeitig sehen und noch weniger das schon Geschriebene beim Fortschreiben gleichzeitig nachlesen kann.

Wenn nachgesehen wird, muss Wagen und Tasten in Ruhe sein, und diese Ruhepause genügt unter allen Umständen, das Geschriebene sichtbar zu machen. Auch der Umstand, dass Blinde vorzüglich mit Maschinen schreiben, dass der Telegraphist nicht sieht, was er tastet, und der Arbeiter an der Linotype nicht zu sehen braucht, was er jeweils produziert, beweist, dass die Forderung der Sichtbarkeit des Geschriebenen während des Arbeitens an der Schreibmaschine eine ganz überflüssige ist.

Wenn aber die Herstellung einer Maschine mit vollkommen offener, für Auge und Hand zugänglicher, während des Arbeitens sichtbaren Schrift möglich wäre, ohne die Rücksichten auf eine solide Konstruktion ausser acht zu lassen, dann wäre gegen die Sichtbarkeit an sich nichts einzuwenden, allein es hat sich bisher gezeigt, dass eine auf die Dauer haltbare, für alle Forderungen leistungsfähige, sichtbar schreibende Maschine nicht ausführbar ist. Aber auch abgesehen von den konstruktiven Fehlern, die dabei nicht zu umgehen sind, ist die Sichtbarkeit eine sehr problematische, da meist die zuletzt geschriebene Zeile entweder nicht ganz sichtbar ist, oder dergestalt gepresst in und dicht an den Konstruktionsteilen der Maschine steht, dass der eigentliche Zweck eines freien Ueberblickes über das zuletzt Geschriebene nicht erreicht wird, weil die Schrift nicht offen genug steht, und für Beifügungen von Hand oder Korrekturen mittels Radiergummi entweder nicht zugänglich ist, oder nur dann, wenn man die Walze dreht, wodurch aber der eigentliche Zweck wieder verloren geht.

Welche konstruktiven Nachteile die einseitige Anlage der Typenhebel mit sich bringt, namentlich die Anordnung gekröpfter Hebel behufs Sichtbarkeit, das leuchtet bei näherer Betrachtung sofort ein und führt zu einem weiteren Vergleichungsmoment der Typenhebelmaschinen unter sich in Bezug auf die mechanische Durchkonstruktion des wichtigsten Teiles dieser Maschinen, nämlich des Typenhebels selbst.

Diesen Gesichtspunkt hat der Verfasser des besprochenen Artikels nicht durchgeführt, ja kaum angedeutet. Es ist aber gerade der Typenhebel derjenige Teil der Schreibmaschine, dem die grösste Beachtung geschenkt werden muss, und welcher wohl eine allgemeine Betrachtung verdient, weil von seiner mehr oder weniger gelungenen Ausbildung, Anordnung und Ausführung die Leistung und der Wert jeder Schreibmaschine in erster Linie bestimmt ist.

Die grösste Inanspruchnahme, welche ein Typenhebel aushalten muss, ist die von 4 Millionen Anschlägen pro Jahr oder, falls die Maschine 10 Jahre aushalten soll, von 40 Millionen Anschlägen (Buchstabe e). Da der Hebel jeder Schreibmaschine gewöhnlich für einen Anschlag eine Vierteldrehung zu machen hat, so entspricht die obige Maximalleistung einer Zahl von einer Million Umdrehungen des Lagerzapfens pro Jahr, oder 10 Millionen Umdrehungen in 10 Jahren. Das nicht zu vermeidende Abschleissen der Lager oder Gelenke eines einfachen Hebels oder einer Konstruktion von mehreren Hebeln hat zur Folge, dass die Lagerzapfen im Lager lose werden, dass also die Hebel sowohl in der Längenrichtung als auch seitlich schleudern und das frei schwingende Ende der Hebel mit der daran angebrachten Type den Treffpunkt nicht genau erreichen kann, die Abdrücke also nach beiden Seiten, sowie nach oben oder unten ausweichen, und die Schrift unregelmässig und unzeilig wird, eine Erscheinung, welche bei den ältesten wie bei den neueren Typenhebelschreibmaschinen vorkommt, und welche dem mit der Maschine hergestellten Schriftstück ein so unschönes Aussehen verleiht, dass die Verwendung von Schreibmaschinen, bei welchen dieser Uebelstand eingetreten ist, eingestellt werden muss.

Solche Maschinen sind „ausgelaufen“.

Die Dauer vom Beginn der Verwendung der Maschine bis zum Eintritt dieses Zustandes ist ihre Leistungsdauer. Diese Leistungsdauer nun zu erhöhen bezw. den Eintritt des Auslaufens hinauszuschieben, ist die Hauptaufgabe bei der Konstruktion von Schreibmaschinen. Das Auslaufen gänzlich zu vermeiden, oder das Abschleissen der Hebel unschädlich zu machen, oder das Auswechseln ausgelaufener Lager und Hebel möglichst leicht zu bewerkstelligen, ist das Ziel, welches im Schreibmaschinenbau anzustreben ist. Alle anderen modernen Verbesserungen, die mehr äusserlichen Bedürfnissen beim Arbeiten dienen, sind unwesentlicher Art, da deren Vorhandensein das Arbeiten zwar etwas erleichtern, die Dauer und gute Leistung der Maschine aber nicht erhöhen kann.

Es versteht sich daher, dass für die Beurteilung einer jeden Typenhebelmaschine (denn nur solche können in Betracht kommen, wenn von den besten Maschinen die Rede ist) die mechanische Richtigkeit der Konstruktion des Hebels, seiner Anordnung und Ausführung die Hauptsache ist. Jede kritische Behandlung der Schreibmaschinen wird also ihren Kernpunkt in der Beobachtung der Typenhebel finden müssen.

Die Erfordernisse des Typenhebels einer guten Schreibmaschine sind folgende:

1. Genügende Stärke.
2. Richtiger Antrieb.
3. Richtiger Anschlag der Type.
4. Sicherung des Treffpunktes.

Die Kraft, welche zum Abdruck einer einzigen Schriftletter erforderlich ist, ist an sich sehr unbedeutend, namentlich wenn der Stempel direkt und nicht durch ein Band hindurchdruckt; es genügen also leichte Stahlstäbe hierfür vollkommen, nur für Durchdrucksarbeiten müssen diese Stäbe einen grösseren Biegungswiderstand in der Richtung des Anschlags aufweisen, welcher am besten durch hochkantig gestellte Flachstäbe geleistet wird.

Typenhebel mit starr an ihrem Ende befestigten Typen (Steifhebel, Fig. 4 und 5), welche keine Führung haben, müssen allerdings stärker ausgeführt werden, nicht, weil die Kraft des Anschlags dies erfordert, sondern um Formveränderungen infolge Zusammenschlagens oder infolge des Anfassens beim Reinigen der Typen u. s. w. zu vermeiden. Eine stärkere Ausführung ist auch namentlich für solche Typenhebel notwendig, welche mehr als eine Letter an ihrem Ende tragen, weil natürlich bei diesen Hebeln ausser der Festigkeit in der Anschlagsrichtung auch noch eine Festigkeit gegen Verdrehung (Torsion) vorhanden sein muss, da die Kraftwirkung des Anschlags ausserhalb der Mittellinie bezw. ausserhalb der Schwingungsebene liegt.

Die günstigste Voraussetzung für den Typenhebel hin-

sichtlich dessen Kraftleistung ist also die: 1. dass die Typen direkt, d. h. ohne Farbband, mit Kissen drucken; 2. dass die Hebel nur eine Letter tragen (vollgliederige bezw. Volltastermaschinen); 3. dass die Typen im Anschlag geführt sind. Die Typenhebel solcher Maschinen haben bei gleicher Ausführung die grösste Energie, oder sie können für eine bestimmte Energie entsprechend leichter gehalten sein. Die Maschine wird dadurch leichter und erfordert daher auch zu ihrer Handhabung den geringsten Aufwand an bewegender Kraft.

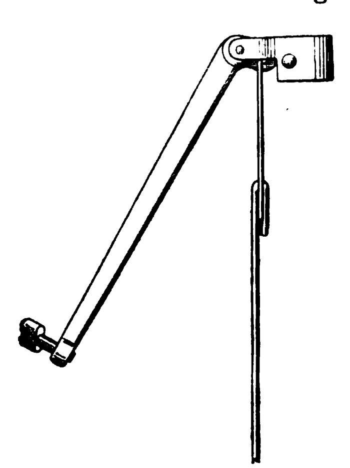


Fig. 4.
Einfachste Form des Steifhebels.

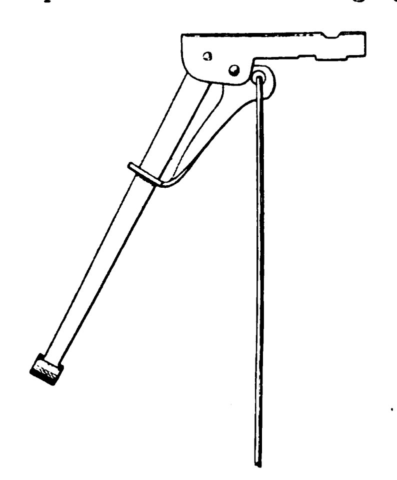


Fig. 5.
Steifhebel mit Antriebhilfshebel.

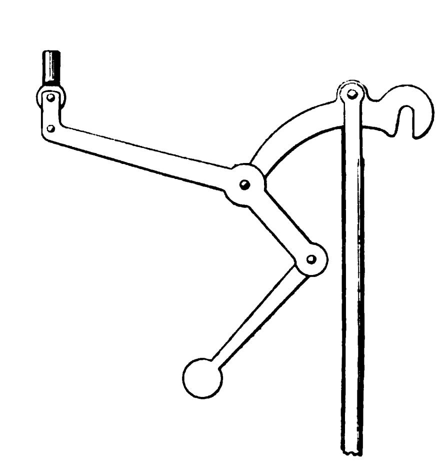


Fig. 6.
Gelenkhebel der Yost-Maschine.

Die Art des Antriebs der Typenhebel (Fig. 7) ist ebenfalls von grosser Wichtigkeit. Die Antriebe werden durch die Tasten vermittelt, deren Hebel durch Zugstangen mit den kurzen Winkelhebeln der Typenhebel verbunden sind; in wenigen Fällen geschieht der Antrieb durch direkte Einwirkung der Tasthebel, mittels gegenseitiger Winkelhebel auf die Typenhebel. Bei der Yost-Maschine wird der Antrieb der Typenhebel durch vertikale steife Stäbe bewirkt (Fig. 8).

Die wichtigste Frage ist nun aber die, in welcher Richtung die Kraft des Tastenanschlages auf die Typenhebel übertragen wird, da das Griffbrett gewöhnlich breiter, beinahe doppelt so breit ist, als der Durchmesser des sogen. Typenkorbes oder Typenhebellagerkranzes ist. Es ist nicht zu leugnen, dass die Verbindung der horizontalen, gewöhnlich parallel gelagerten Tastenstäbe mit den im Kreise mit kleinerem Durchmesser gelagerten Winkelhebeln gewisse konstruktive Schwierigkeiten macht, welche jedoch den ersten Erbauern von Schreibmaschinen wenig Skrupel verursachten. Sie verbanden einfach der Reihe nach die horizontalen Tastenstäbe mit den Winkelhebeln

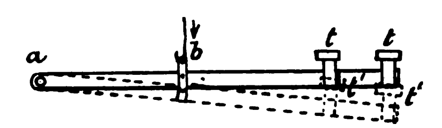


Fig. 7.
Antrieb der gewöhnlichen Steifhebel.

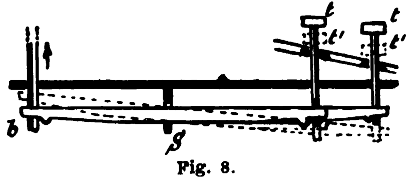


Fig. 8.
Antrieb der Yost-Hebel.

durch Stäbe, so dass die Verbindungspunkte der Tasthebel mit diesen Verbindungsstäben ein ellipsenartiges Bild gaben, und bezweckten damit allerdings die einfachste Lösung, aber machten damit einen konstruktiven Fehler, dessen Wirkungen sich in der Folge zeigten. Durch diese Anordnung konnte es nämlich nicht vermieden werden, dass ausser den vorn und hinten und rechts und links liegenden Typenhebeln sämtliche dazwischen liegenden Hebel in einem zur Schwingungsebene grösseren oder kleineren schiefen Winkel angetrieben wurden (Fig. 9). Diese schiefen Antriebe bewirken nicht sofort, aber schon nach nicht sehr langem Gebrauch infolge der einseitigen Inanspruchnahme der Lager ein einseitiges Abschleissen und damit eine frühzeitige Ablenkung der Typenhebel von ihrer normalen Schwingungsbahn. Die Folge ist die schon erwähnte frühzeitige Abweichung der Buchstaben von der richtigen Druckstelle und die unzeilige Schrift der Maschine.

Während die meisten Maschinen nach dem Typus der Remington-Maschine diese Anordnung und damit die schiefen Antriebe der Typenhebel beibehalten haben und dadurch dem Schicksal des frühzeitigen Abschleissens und der unzeiligen Schrift ausgesetzt sind, haben sich einige spätere Konstrukteure bemüht, den Zugstangen die vertikale Richtung zu geben. Sie haben die Verbindungsglieder zwischen Tasthebeln und Typenhebeln gekröpft, d. h. entweder die Zugstangen gebogen, so dass sie in ihrem oberen Teile senkrecht stehen, was natürlich nur eine scheinbare Verbesserung ist, da die Kraftlinie nach wie vor eine schiefe bleibt, während der weitere Fehler hinzukommt, dass die gekröpften Zugstangen auch noch Biegungsspannungen aufnehmen müssen, welche eine Formveränderung und mit der Zeit Reibungen und Spannungen in den Scharnierverbindungen und einen zähen unangenehmen Tastenanschlag hervorbringen, oder an Stelle der gekröpften oder verbogenen Zugstangen wurden auch Stehbleche verwendet, die aber natürlich in ihrer Wirkungsweise dasselbe Ergebnis zeigen.

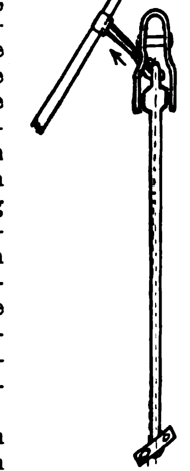


Fig. 9.
Schiefer Antrieb ausserhalb der Schwingungsebene.

Auch in dieser Beziehung bildet nun die Yost-Maschine eine Ausnahme. Um die Antriebe auch der seitlichen Tasten genau senkrecht und streng in der Schwingungsebene der Typenhebel wirken zu lassen, wurde hier ein System von horizontalen Hilfshebeln zu beiden Seiten angeordnet, welche radial gelagert, die seitlich wirkenden vertikalen Kräfte der Tasthebel auf die senkrechten Verbindungsstäbe übertragen, so dass sämtliche Antriebe der Typenhebel mathematisch genau in der Schwingungs- oder Mittelebene der Typenhebel erfolgen (Fig. 10).

Das dritte Erfordernis eines richtig konstruierten Typenhebels ist ein genau senkrechter Anschlag.

Die Typen der meisten Typenhebelmaschinen schwingen an den Enden steifer Hebel in Kreisbögen (Fig. 11). Der Druckpunkt liegt höher als das Drehlager, weil natürlich die Schreibwalze oberhalb der Drehlager sich bewegen muss. Die Folge davon ist, dass die Tangente an den Kreisbogen der Typenhebel im Punkte des Aufschlagens keine senkrechte, sondern eine geneigte Linie ist, mit anderen Worten, dass der Anschlag sämtlicher Typen bei allen

Maschinen mit steifen Typenhebeln nicht unter rechtem Winkel zur Papierfläche, sondern schief erfolgt. Verschiebt sich der Drehpunkt in senkrechter Richtung nur um eine Kleinigkeit, so muss notwendig die Stellung des Abdrucks von ihrer richtigen Stelle abweichen, was um so mehr namentlich in der Höhenrichtung der Buchstaben der Fall ist, weil die Papierfläche keine ebene, sondern nach der Cylinderfläche der Schreibwalze gekrümmte Fläche ist.

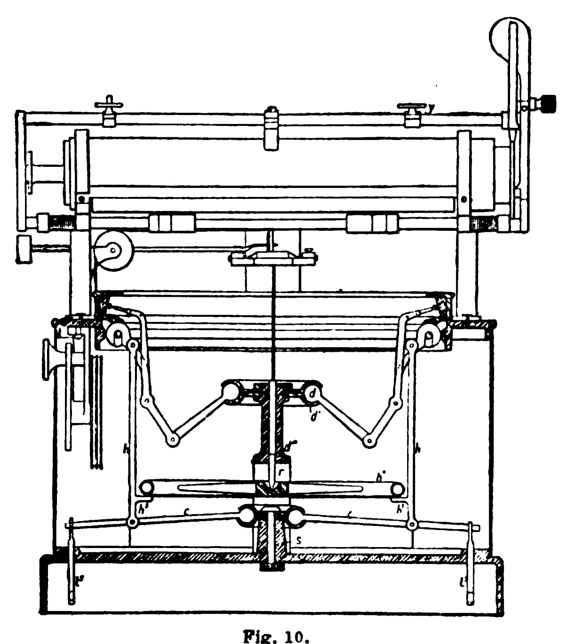


Fig. 10.
Hilfshebel der Yost-Maschine.

Die dadurch entstehende Unzeiligkeit ist schon bei Einlage einer Anzahl von Blättern behufs Durchdruck sehr auffallend zu bemerken. Veränderungen in der Höhenlage des Druckpunktes ergeben sich aber nicht allein bei dicker Einlage, sondern auch durch die nie ausbleibenden Formveränderungen, Verbiegungen u. s. w. der Schlittenteile und seiner Führungen und durch Zusammenziehung des Gummimantels der Schreibwalze.

Die eben beschriebene Anordnung der steifen Typenhebel hat aber noch andere üble Folgen. Die Bahnen

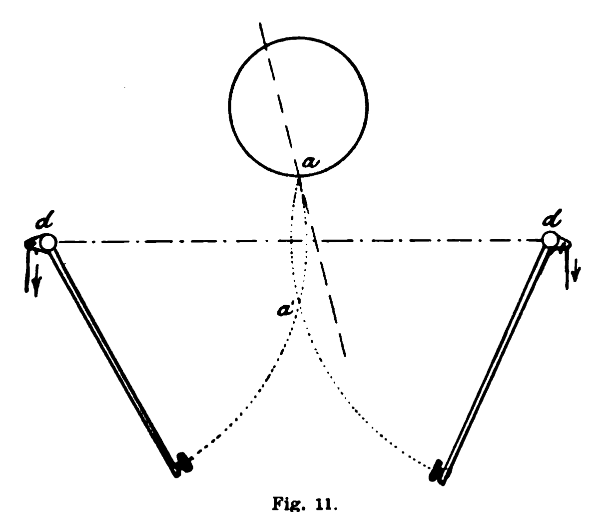


Fig. 11.
Schiefe Druckrichtung der Steifhebelmaschinen und Ueberschneidung der Typenbahnen.

sämtlicher Typen überschneiden sich aus geometrischen Gründen zweimal. Die Strecke zwischen diesen beiden Ueberschneidungen ist die Kollisionsstrecke, innerhalb welcher sich die Typen gegenseitig anstossen, verderben oder aus ihrer scharf justierten Lage bringen, ja sogar bei heftigen Stössen die Typenhebel direkt verbiegeu können, wodurch abermals Ablenkungen aus der richtigen Stellung der Abdrücke erfolgen.

Es ist daher geradezu im höchsten Grade zu verwundern, weshalb die Konstrukteure von Schreibmaschinen mit Ausnahme einiger wenigen immer noch steife Typenhebel verwenden, nachdem doch seit 26 Jahren die Nachteile dieser Hebel erkannt sind und bereits seit 10 Jahren durch die von *Yost* gewählte Anordnung gegliederter Typenhebel gezeigt worden ist, wie alle diese Uebelstände in vorzüglichster Weise beseitigt werden können.

Eine Beschreibung der *Yost*'schen Typenhebel (Fig. 6, 12 u. 14) ist an dieser Stelle nicht notwendig, da dieselben bereits in *D. p. J.* 1891 **280** 255 ff. ausführlich beschrieben und durch Zeichnungen erläutert worden sind.

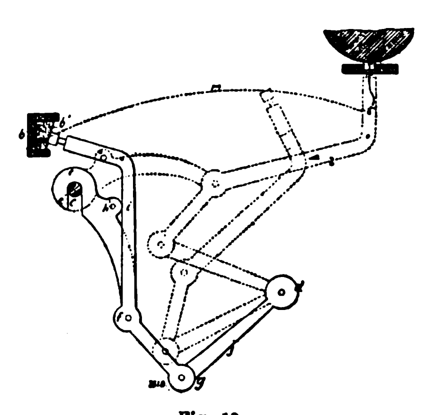


Fig. 12.
Bewegung der Yost-Hebel.

Daraus ist ersichtlich, dass diese gegliederten Hebel einen genau senkrechten Anschlag herbeiführen. Es ist der Deutlichkeit halber nur noch zu ergänzen, dass das letzte die Type tragende Glied jenes gegliederten Hebels nicht steif, sondern vermöge eines länglichen Loches, in kleinen Grenzen beweglich ist, so dass der Typenstempel sich vermöge der Führung genau senkrecht über die letzte Drehverbindung des Hebels stellt, und zwar im Augenblicke des Anschlags.

Damit kommen wir zum letzten aber wesentlichsten Erfordernis eines richtig konstruierten Typenhebels für Schreibmaschinen, das ist die Sicherung des Treffpunktes bezw. Sicherung der Zeilengeradheit der Schrift, die „Führung“.

Zu diesem Zwecke muss unter allen Umständen die Type am Ende des Hebels beweglich und derartig angebracht sein, dass sie im Moment des Anschlages den schiefen Flächen der Führung leicht folgen kann.

Die Führung des Hebels in seiner Lagerung muss eine solche sein, welche nicht leicht abschleisst, wenn sie auch keine so exakte sein muss, wie bei den Steifhebeln, bei welchen das geringste nie zu vermeidende Abschleissen und Abweichen von der justierten Bahn jene mehrfach erwähnten Abweichungen von der Druckstellung verursacht.

Die Hebel der *Yost*-Maschine sind daher in einem kammartigen Ring mit radial eingefrästen Schlitzen gelagert (Fig. 13).

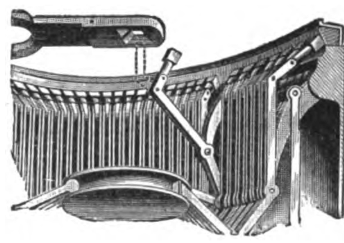


Fig. 13.
Führungstülle oder Schablone der Yost-Maschine.

Verfasser des besprochenen Aufsatzes sagt zwar: „die Yost sei in Bezug auf die mechanische Durchbildung fraglos die weitaus beste Typenhebelmaschine mit Typenanschlag von unten,“ er sagt aber zugleich, „die Gelenke der Hebel würden nach nicht allzulangem Gebrauche ausschleissen, so dass die Typen dann leicht an die Führungstülle anschlagen bezw. sich an dieser reiben.“ Hier liegt nun offenbar eine Verkennung des Zweckes der Führung zu Grunde. Dieser Behauptung gegenüber sei es daher gestattet, auf die schon oben erwähnte frühere Besprechung der *Yost*-Maschine in *D. p. J.* 1891 **280** * 254 hinzuweisen, und die eine Stelle hier zu wiederholen, welche die Gelenke der Typenhebel der Yost behandelt. Dort heisst es:

„Das Auslaufen von Gelenken ist in unabsehbare Ferne gerückt durch folgende Einrichtungen:

„Die Auflager und Drehpunkte aller Tasthebel sind nirgends durch in Löchern laufende Drehbolzen hergestellt, sondern durchweg mittels Auflegen der Hebel auf Schneiden oder Zangen.

„Die einzigen Verbindungen, welche bei oberflächlicher Betrachtung geringe Dauerhaftigkeit zu bieten scheinen, sind die Gelenkverbindungen der Typenhebel (Fig. 14), aber diese

Verbindungen weisen vermöge ihrer Ausführung die grösste Dauerhaftigkeit auf. Die Drehachsen dieser beweglichen Hebel bestehen nämlich aus kleinen Stahlrollen von mehr als 3 mm Durchmesser, die auf das Genaueste in die ausgeschliffenen Augen der festen Hebel passen. Die kleinen aussen sichtbaren Nietköpfe sind also nur die Zapfen oder Achsen jener Stahlrollen, deren verhältnismässig grosser Durchmesser ein Auslaufen nicht als wahrscheinlich erscheinen lässt."

Die oben erwähnte Behauptung steht im Widerspruch hiermit, sowie auch mit der Erfahrung, dass selbst bei den ältesten *Yost*-Maschinen, die bis zu 10 Jahren im Betriebe

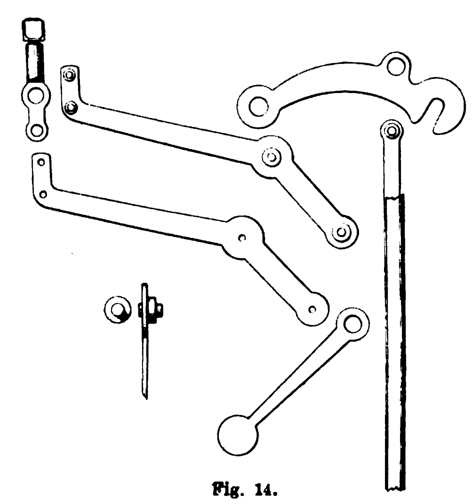


Fig. 14.
Gelenkhebel der Yost-Maschine in seine Teile zerlegt.

stehen, ein merkliches Ausschleissen dieser Gelenke nicht zu bemerken ist.

Die Ansicht, dass die Typen deswegen an der Führungstülle leicht anschlagen oder sich an derselben reiben, weil die Gelenke ausgelaufen seien, ist daher eine irrige; dieses leichte Reiben an der Führung ist vielmehr notwendig, denn ohne dass die Typen an dieser Führungstülle gleiten, wäre ja eine Führung überhaupt nicht denkbar. Diese Erscheinung ist also kein Fehler der Maschine, sondern im Gegenteil der bewusste und beabsichtigte Zweck der Konstruktion, die es unter allen Schreibmaschinen bisher allein möglich machte, eine exakte Zeilengeradheit auf eine grosse Reihe von Jahren zu erhalten. Die Reibung ist eine so geringe, dass der dadurch erzeugte Widerstand gleich Null gelten kann.

Eine weitere allgemeine Vergleichung könnte noch hinsichtlich des Tastenanschlages angestellt werden und wäre in dieser Beziehung auf das zu verweisen, was hinsichtlich des Tastenweges schon erwähnt wurde.

Auch hier ist noch eine kleine Berichtigung anzubringen: In dem erwähnten Aufsatz ist nämlich gesagt, dass die Yost sich sehr leicht anspielt, es steht aber in Parenthese — wenigstens so lange sie neu ist. —

Daraus würde folgen, dass eine gebrauchte *Yost*-Maschine einen weniger leichten Anschlag hat als eine neue. Gerade umgekehrt ist es, wie bei allen Tasteninstrumenten. Die älteren überspielten Maschinen gehen leichter als neue, und nur dann trifft dies nicht zu, wenn aus irgend welchen Ursachen Hindernisse oder Reibungen an der Maschine entstanden sind, also z. B. Unreinigkeit in die Maschine gekommen ist, irgendwelche Verschraubungen vorgenommen wurden, oder Teile gewaltsam verbogen wurden.

Uebrigens sind derartige Störungen jederzeit leicht zu beseitigen und die Spannung des Tastenanschlages überdies ganz nach Wunsch zu regulieren.

Die Führung der Tasten durch in Löchern laufende vertikale Stäbe gibt einen sicheren Anschlag. Eine solche Führung ist derjenigen Anordnung vorzuziehen, bei welcher die Tasten an den freien Enden biegsamer Tastenhebel angebracht sind.

Endlich wäre noch ein Wort zu sagen hinsichtlich der Auswechslung von Typen und Tasten. Die Auswechslung der letzteren ist leicht zu bewirken, allein die Auswechslung einer Type und vollends einer Doppeltype macht bei allen Maschinen, die keine Typenführung haben, eine mühsame Adjustierung der neu eingesetzten Type notwendig, während z. B. bei der *Yost*-Maschine jede einzelne Type mit grösster Leichtigkeit ausgewechselt werden kann, da die neu eingesetzte, nur mittels eines Zapfens eingesteckte Type durch die Führungstülle ihre richtige Stellung sofort erhält.

Vorstehendes sind die Bemerkungen zum allgemeinen Teil der besprochenen Abhandlung, die jedoch entsprechend angewendet, auch für den speziellen Teil dienen können.

Neuere Bohrmaschinen und Hilfswerkzeuge zum Bohren.

Von Prof. **Th. Pregél** in Chemnitz.

(Schluss des Berichtes S. 141 d. Bd.)

W. Newton's Hilfsbohrvorrichtung für tragbare Bohrmaschinen mit Druckluftbetrieb.

Es ist mitunter unthunlich, mit den vorbeschriebenen tragbaren Druckluftbohrmaschinen an verdeckte Ecken des Werkstückes heranzukommen. Um daher vorbestimmte Löcher bei solchen Annäherungshindernissen dennoch mit Kraftbetrieb zu bohren, wird die Druckluftbohrmaschine als Motor gebraucht und eine entsprechende Hilfsvorrichtung entweder daran unmittelbar angeschlossen oder eine biegsame Welle eingeschaltet. Mit Rücksicht auf die zu erwartende Raumbeschränkung ist das in Fig. 47 und 48 nach *American Machinist,* 1898 Bd. 21 Nr. 35 * S. 661, dargestellte Bohrwerk, sehr knapp bemessen, sowie auch der Einfachheit wegen der Schaltbetrieb mit der Hand ausgeführt werden kann.

Im Lagerbügel *a* läuft die mit Konuszapfen versehene Spindel *b*, wobei Winkelräder *c*, die sorgfältig mit angeschraubten Schutzhauben verdeckt sind, den Betrieb auf die Bohrerhülse *d* übertragen, welche durch Bund und Radnabe im Lagerbügel gehalten ist. An die Lagerrosette ist ferner eine Brille *f* angeschlossen,

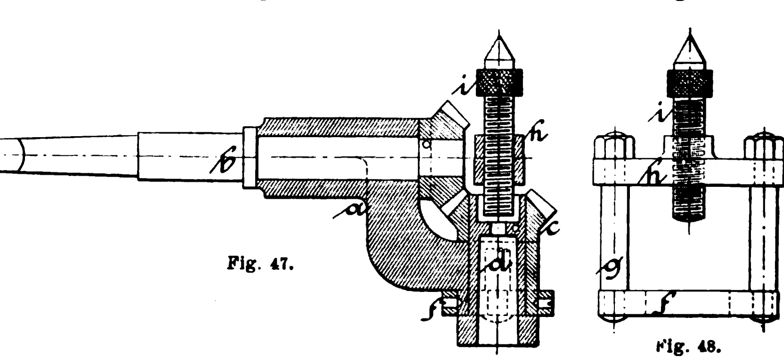


Fig. 47. Fig. 48.
Newton's Hilfsbohrvorrichtung für tragbare Bohrmaschinen mit Druckluftbetrieb.

welche mit zwei Schrauben *g* und den Balken *h* einen übergreifenden Rahmen bildet, in welchem die Druckschraube *i* gehalten ist. Wie erwähnt, wird diese durch die Kreuzlöcher mittels Querstiftes durch Hand geschaltet.

C. H. Baush's Mehrspindelbohrmaschine.

C. H. Baush in Holyoke, Mass., bauen die in Fig. 49 angedeutete Maschine mit sechs in beliebiger Verteilung einstellbaren Bohrspindeln. Am Führungsständer *a* ist das Lagerstück *b* für das Triebwerk *c* angeschraubt, wodurch mittels eines Mittelrades und darin eingreifenden Getrieben die oberen festgelagerten sechs Spindelköpfe bethätigt sind,

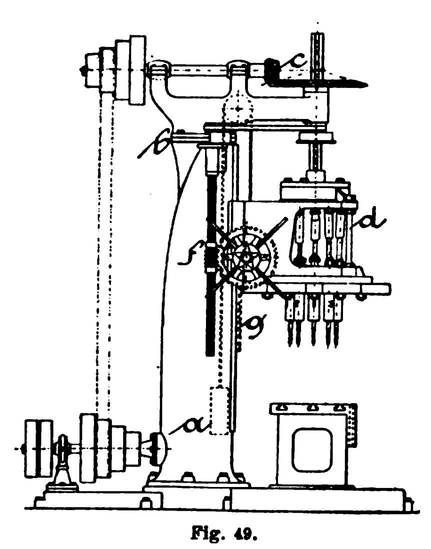


Fig. 49.
Baush's Mehrspindelbohrmaschine.

während Gelenkzwischenwellen die Verbindung mit den unteren stellbaren Spindelköpfen herstellen. Dieses Spindelwerk ist in einem Spindelgehäuse *d* untergebracht, welches am Ständer *a* geführt, durch eine genutete Hängewelle *f* mittels Schnecken- und Zahnstangentrieb *g* niedergeschaltet wird. Selbstverständlich ist eine Gewichtsentlastung des schweren Spindelwerkes vorhanden.

A. J. Oehring's vielfache Bohrmaschine.

Bei dieser Bohrmaschine kommen biegsame Zwischenwellen in Anwendung. Nach *Uhland's Prakt. Maschinenkonstrukteur*, 1897 Bd. 30 Nr. 12 * S. 89, ist am Standgerüste *a* (Fig. 50 und 51) ein Lagerarm *b* angeschraubt, in dessen Augen die Antriebwelle mit Stufenscheibe *c* und zwei Riemenscheiben *d d* gleicher Grösse sitzen. Mittels geschränkter Riemen werden zwei auf senkrechten und festen Zapfen laufende Scheiben *f* bethätigt, auf deren Nabenhülsen je eine Riemenscheibe *g* sitzt, die gegeneinander um Riemenbreite versetzt sind. Dadurch werden mittels besonderen Riemens die äusseren Scheiben *h* bethätigt. Nun sind sowohl an den Naben der Scheiben *g*, als auch an jenen der Scheiben *h* Zahnräder *i* aufgekeilt, in denen je sechs gleichmässig verteilte Getriebe *k* eingreifen, die an kurzen Wellen *l* sitzen. Diese Wellen *l* und die Scheibenzapfen sind in einer Kopfplatte *m* angeordnet, welche mittels Schrauben *n* an die untere Lagerplatte *o* derart befestigt ist, so dass beide mit der Rückenplatte *p* einen Spindelstock bilden. Nun wird den verschiedenen Zweckbestimmungen entsprechend, an die untere Platte *o* noch eine besondere Lagerplatte geschraubt, in welcher die Löcherverteilung, entsprechend der Verteilung an der Tischplatte *q* vorgesehen ist. Die beiden Spindelköpfe sind nun mittels biegsamer Wellen *r* passend verkuppelt. Geschaltet wird die Tischplatte *q* mittels Zahnstangenbetrieb *s* durch Handhebel oder Fusstritt, indem das Werkstück gegen die gewundenen Bohrer gedrückt wird.

O. Froriep's Kesselbohrmaschine.

Eine Sondermaschine zum Bohren der Nietlöcher in Kesselschüssen wird von *Otto Froriep* in Rheydt, Rhnld., gebaut. Nach dem D. R. P. Nr. 93320 besitzt dieses dreifache Bohrwerk die Einrichtung, dass die Achsen der drei Bohrer nach jedem beliebigen Mittelpunkte gerichtet, folglich auch parallel zu einander gestellt werden können, wie dies aus den Fig. 52 bis 54 ersichtlich gemacht ist. An die Tischplatte *a* sind die Lager *b* des mittleren Bohrwerkes *c* angegossen, so dass der Betrieb desselben mittels Winkelräder *d* durch Stirnräder *f g* bezw. durch übersetzende Kegelräder *h* von der Stufenscheibe *i* unmittelbar erfolgt. In den unteren Breitenteil des Stirnrades *g* greifen ferner zwei Seitenräder *k* ein, deren Zapfenlager *l* in Bogenschlitze des Tisches *a* laufen, welche ihren Mittelpunkt im

Fig. 50.

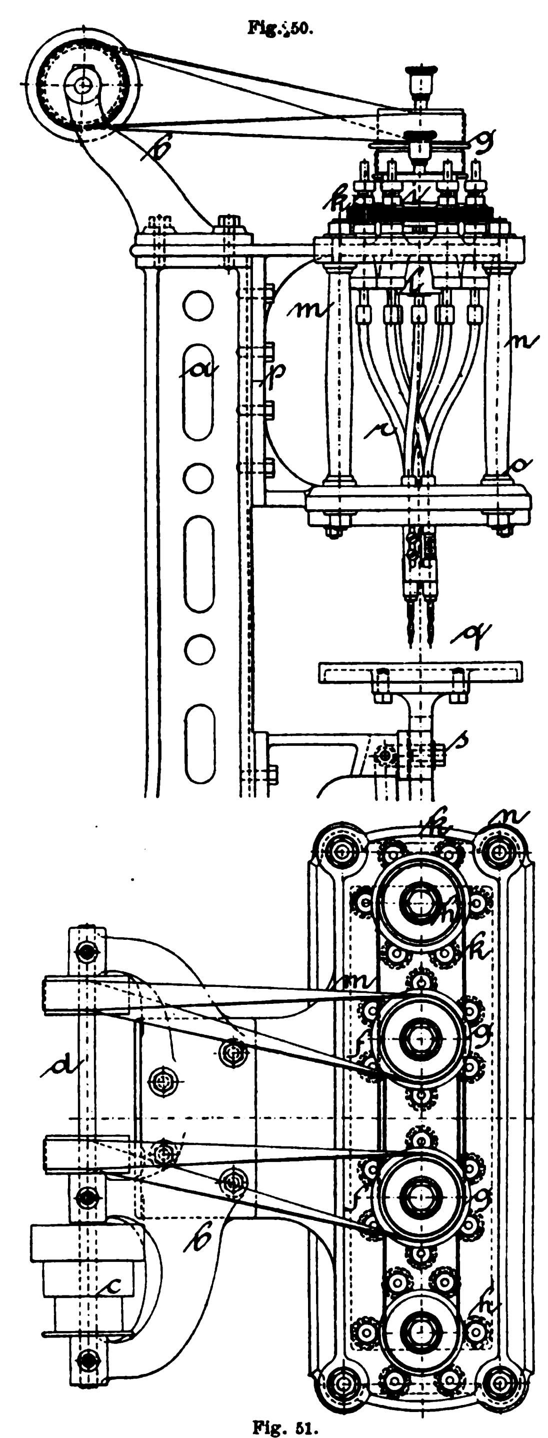


Fig. 51.
Oehring's vielfache Bohrmaschine.

Zapfen des Rades *g* finden. Hierdurch ist eine Verlegung der Radzapfen *k* möglich, ohne den Zahneingriff zu stören. Da nun diese Verlegung eine Radialstellung der Bohrspindeln *m* und *c* bedingen würde, was einer Beschränkung des Arbeitsfeldes gleichkommt, so ist zur Umgehung dessen jedes seitliche Lagergestell *m* noch um den Radzapfen *k* besonders verdrehbar eingerichtet, wozu Ringschlitzschrauben im Zapfenlager *l* zur Feststellung vorgesehen sind, während die Festlegung des Zapfenlagers *l* durch Ringmutter *n* erfolgt.



J. I. Warman's vielfache Bohrmaschine für Fahrradreifen.

Die entsprechende Anzahl radialer Speichenlöcher, welche abwechselnd gegen die mittlere Hauptebene des Radreifens geneigt sind, werden in vorteilhafter Weise auf vielfachen Bohrwerken gleichzeitig gebohrt. Nach *American Machinist*, 1897 Bd. 20 Nr. 52 * S. 977, besteht die in Fig. 55 und 56 dargestellte Maschine von *J. I. Warman* in Chicago, Ill., aus einem Ringtisch *a*, in dessen Ringschlitz kleine Platten *b* mit Cylindermulde, entsprechend der Kreislochteilung eingepasst sind, auf welche die Bohrspindellager *c* der vorgeschriebenen Neigung gemäss durch die Ankerschraube *d* festgeschraubt sind. Auf der hinteren Lagerbüchse sitzt nun ein Winkelrädchen *f*, welches je nach der Spindelneigung entweder in das untere Winkelrad *g* oder in das obere *h* eingreifen. Deshalb müssen diese beiden Winkelradkränze *g* und *h* auch gegensätzlich umlaufen, was durch das Winkelgetriebe *i* auch unschwer zu erreichen ist. Nun werden vermöge Spindelfedern sämtliche Bohrspindeln in die Rückstellung gebracht, so dass zum Vortreiben derselben ein zentraler Kegelkörper *k* dient, welcher vermöge Fusstrittgestänge *l* gehoben werden kann. Bei dieser Maschine übergreift der Radreifen *m* die Bohrspindeln, so dass das Bohren der Speichenlöcher von innen nach aussen erfolgt.

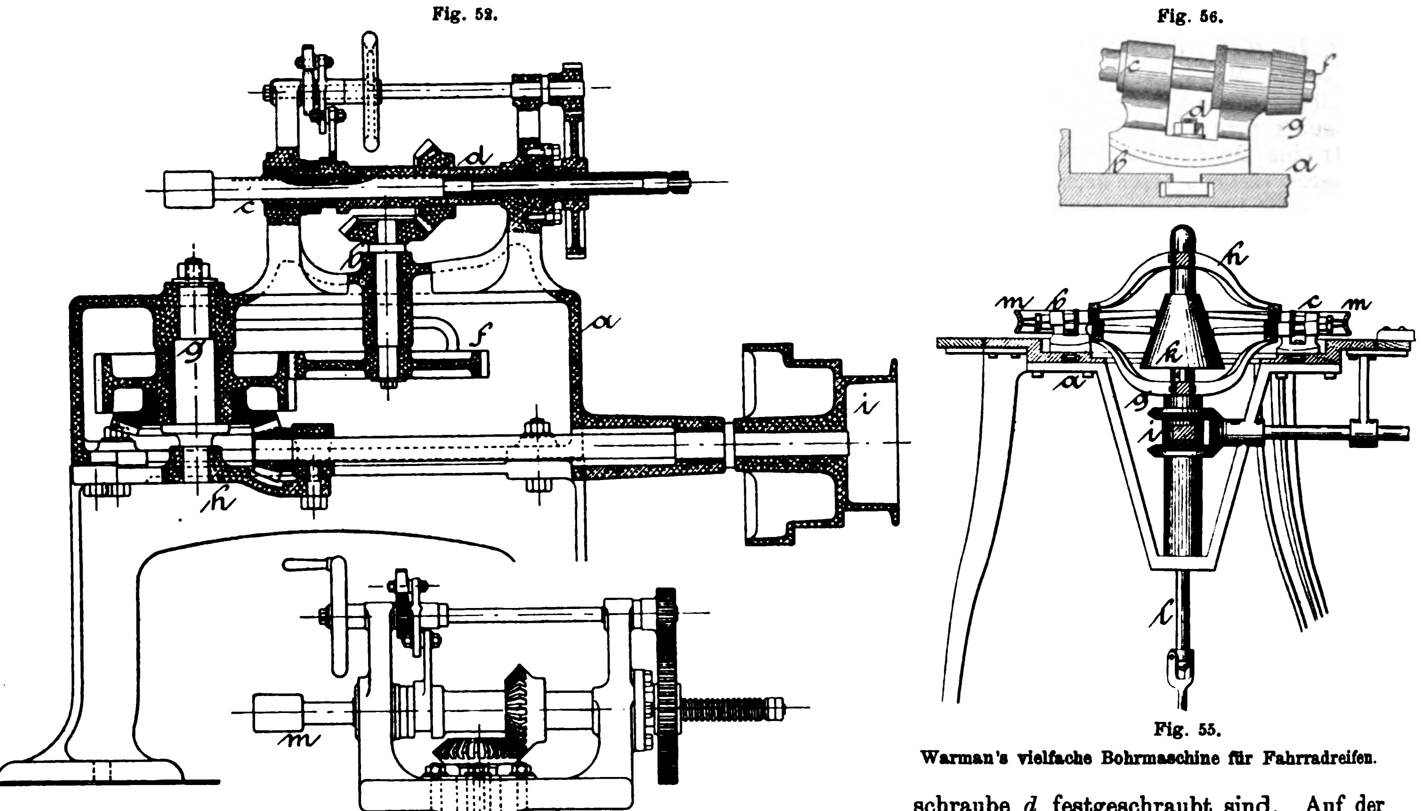


Fig. 52.

Fig. 53.

Fig. 56.

Fig. 55.

Warman's vielfache Bohrmaschine für Fahrradreifen.

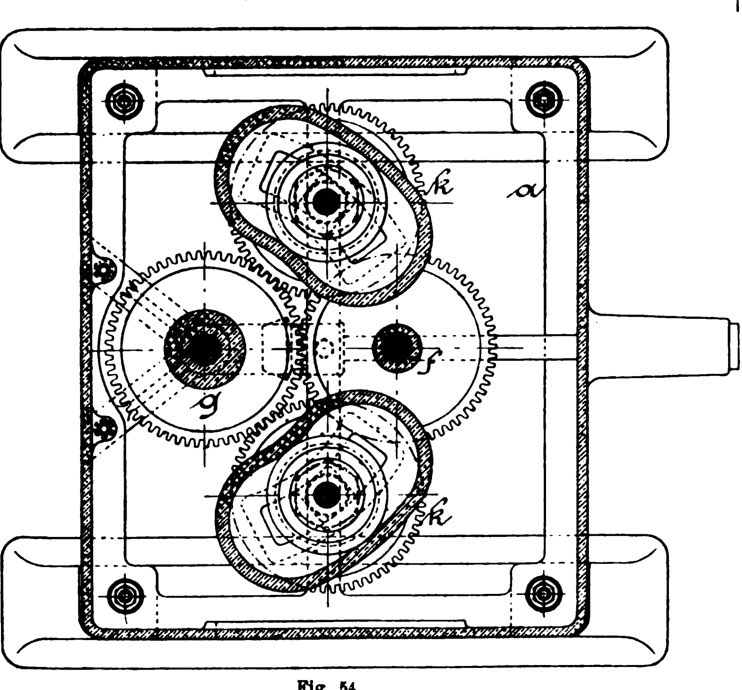


Fig. 54.

Froriep's Kesselbohrmaschine.

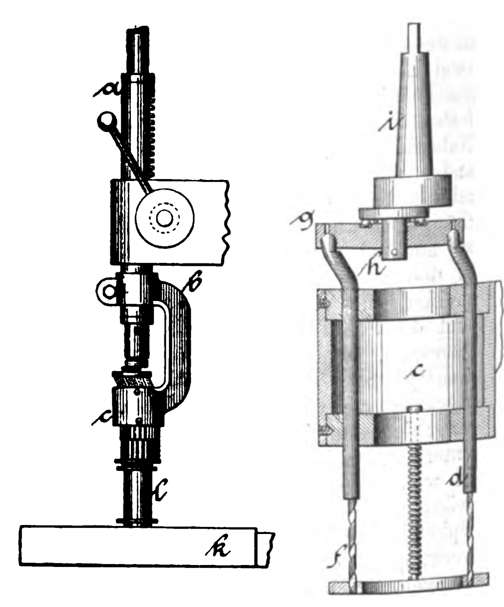


Fig. 57. Fig. 58.

Warner's vielfache Bohrmaschine für Fahrradnaben.

H. L. Warner's vielfache Bohrmaschine für Fahrradnaben.

Um die Speichenlöcher in die Nabenscheiben gleichzeitig zu bohren, ist die in Fig. 57 und 58 dargestellte Vorrichtung an Bohrmaschinen getroffen. *H. L. Warner* in Hamilton, Ohio, hat ein altes Kurbelantriebwerk zu dem Zweck des Nabenbohrens angewendet, wozu derselbe einen besonderen Aufspanndorn erfunden hat. (Nach *American Machinist,* 1897 Bd. 20 Nr. 31 * S. 581.) An die Zahnstangenhülse *a* ist ein Lagerbügel *b* angeklemmt, in dessen unteren Kopf *c* die abgekröpften Spindeln *d* laufen, in denen die gewundenen Bohrer *f* eingelötet sind. Die abgekröpften Spindeln *d* erhalten kugelförmige Endungen, welche in einer Spurplatte *g* einsetzen, die am Kurbelzapfen *h* frei drehbar angeschlossen ist, während der Kurbelzapfen *h* mit seinem Schaftstück *i* in die Futterbüchse der Bohrmaschinenspindel eingespannt ist. Im Lagerkopf *c* ist endlich ein zentraler Dorn eingesteckt, dessen abgewölbtes Ende in die am Bohrmaschinentisch *k* aufgestellte Fahrradnabe *l* einsetzt und damit die Einstellung in rascher und sicherer Weise besorgt.

Fig. 59.

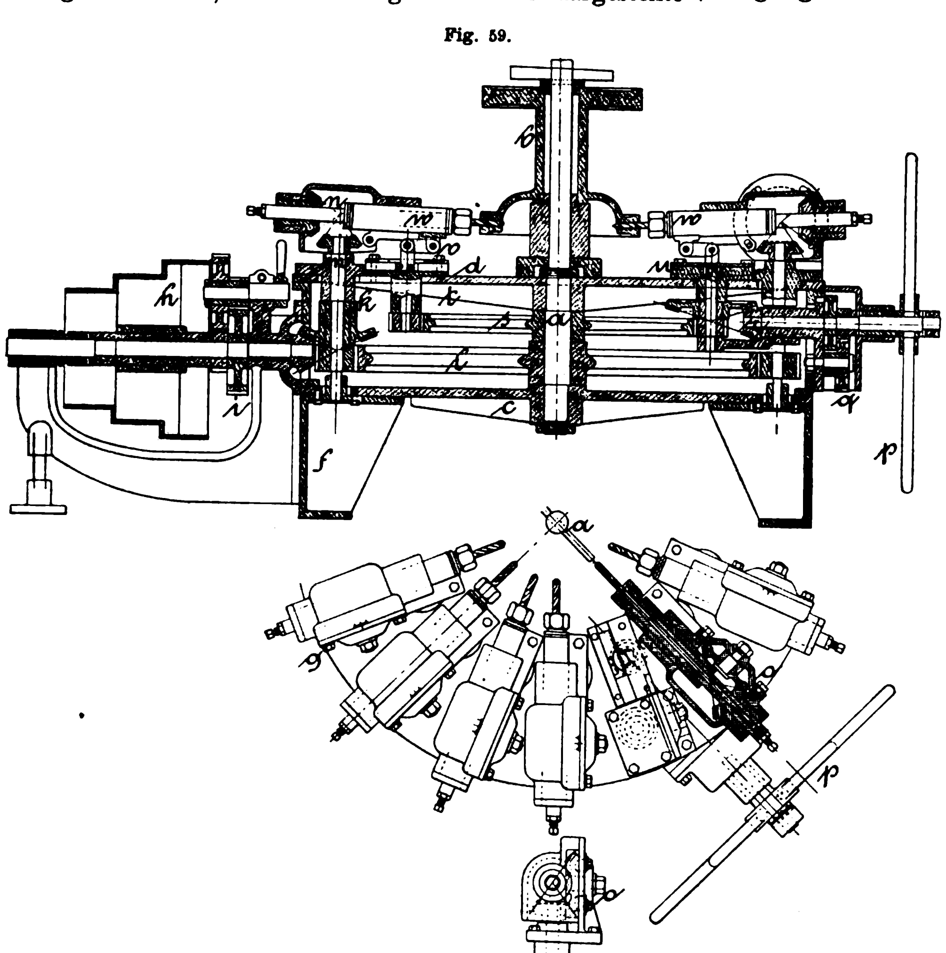


Fig. 60.

Kearney-Trecker's vielfaches Bohrwerk für Radnaben an Strassenbahnlokomobilen.

Kearney-Trecker's vielfaches Bohrwerk für Radnaben an Strassenlokomobilen.

Eine 16fache, 3860 kg schwere Nabenbohrmaschine ist von der obengenannten Firma in Milwaukee, Wisc., gebaut, welche nach *American Machinist,* 1899 Bd. 22 Nr. 7 * S. 125, die in Fig. 59 und 60 gezeigten Einrichtungen besitzt. Ein 76 mm starker Mittelbolzen *a*, welcher zugleich als Aufspanndorn für die Radnabe *b* dient, verbindet die Bodenscheibe *c* mit dem Deckelstück *d* zu einem cylindrischen, auf Füssen *f* gestellten geschlossenen Gehäuse *g*, in welchem die Antrieb- und Stellwerke untergebracht sind. Der Antrieb erfolgt von der Stufenscheibe *h* mit oder ohne Vermittelung des (5/31) übersetzenden Rädervorgeleges *i* und eines Winkelrades *k* auf ein zentrales Stirnrad *l*, in welches die sämtlichen in einem 1320 mm grossen Kreise regelmässig verteilten Winkelwellen *m* der einzelnen Bohrspindeln *n* eingreifen. Doch ist der Antrieb jeder der letzteren *n* nicht unmittelbar von jeder Winkelwelle *m*, sondern erst durch ein grösseres, seitlich angeordnetes Winkelzwischenrad *o* vermittelt, wodurch jeder Bohrspindel *n* eine begrenzte, beliebige Neigung um die Achse dieses Zwischenrades *o* erteilt werden kann, was für jedes der 16 Bohrwerke nur einzeln durchführbar ist. Dagegen wird der Spindelvorschub aller Bohrwerke gleichzeitig durch Handrad *p* mittels Räderwerke *q* durch Winkelrad *r* auf ein oberes zentrales Stirnrad *s* besorgt, indem in dieses letztere 16 im Kreise von 871 mm Durchmesser verteilte stehende kurze Wellen *t* eingreifen, die am oberen Ende Zahnstangengetriebe tragen, durch welche Schlitten *u* in radialer Richtung bewegt werden, an die mittels Lenkerschienen *v* die Spindelhülsen *w* ergriffen und die Bohrspindeln selbst vor- und zurückgestellt werden, wobei die jeweilige Neigung derselben gegen die Wagerechte ohne Einfluss bleibt.

R. M. Clough's Bohrmaschine mit Nebenstosswerk.

An der mittels Winkelriemen durch die Scheibe *a* angetriebenen Bohr- bezw. Fräsespindel *b* einer freistehenden Bohrmaschine (Fig. 61 und 62) ist eine viergängige Schnecke *c* von 40 mm Durchmesser bei 19 mm Bohrung aufgesteckt, in welche das 44zähnige Wurmrad *d* eingreift, sobald die exzentrisch gelagerte Zapfenwelle *f* dementsprechend eingestellt ist. Durch die Kurbelstange *g* wird ein 210 mm langer Stösselschlitten *h* mit 50 mm Maximalhub bethätigt, dessen Geleiseführung *i* eine kleine

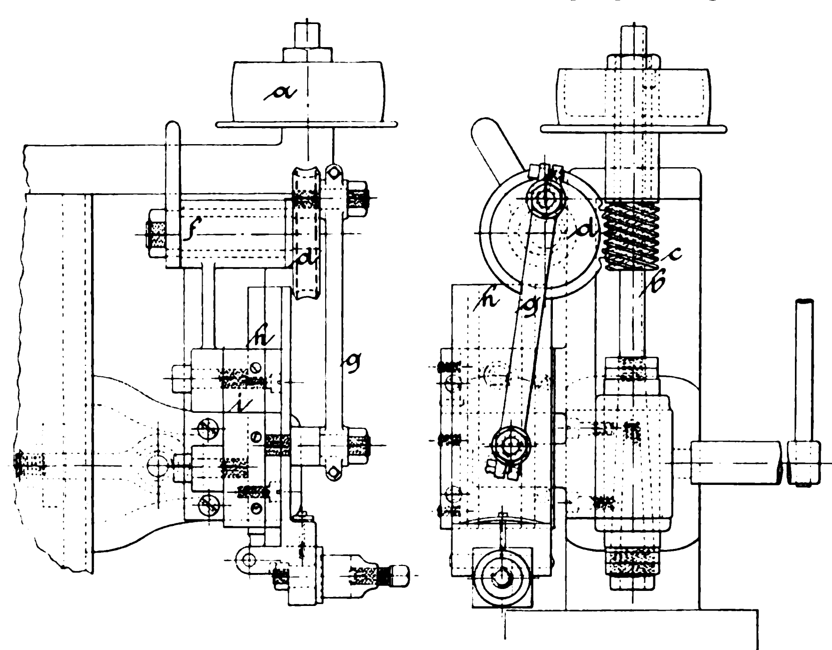


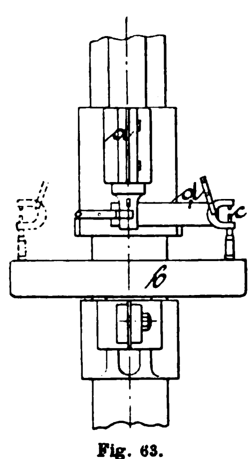
Fig. 62. Fig. 61.

Clough's Bohrmaschine mit Nebenstosswerk.

Schrägverstellung bis zu 5° gegen die Senkrechte ermöglicht. Bei 300, 600 bezw. 1200 Spindelumdrehungen sind 27, 55 und 109 minutliche Stösselhübe möglich. (*American Machinist,* 1899 Bd. 22 Nr. 39 * S. 912.)

Th. Miller's Prüfung der Richtigkeit an Bohrmaschinen.

Um die winkelrechte, richtige Lage des Aufspanntisches *b* gegen die Bohrspindelachse *a* nachzuweisen, benutzt *Th. Miller* nach *American Machinist,* 1898 Bd. 21 Nr. 16 * S. 284, ein Schraubenmikrometer — Bügellehre *c* (Fig. 63), welche mittels eines Flügelstückes *d* an den Futterkopf der Bohrspindel *a* befestigt ist. Wird die Mikrometerschraube von *c* an die Tischfläche angepasst und alsdann die Bohrspindel um 90 bezw. 180° verdreht, so kann der Fehler aufs genaueste nach Mass angegeben werden. Ebenso können die durch den Bohrerdruck veranlassten einseitigen Senkungen des Winkeltisches nachgewiesen werden, sofern die Mikrometerlehre *c* an einem festen Gestellarm angebracht und bis zur Berührung mit der Tischfläche angestellt wird.

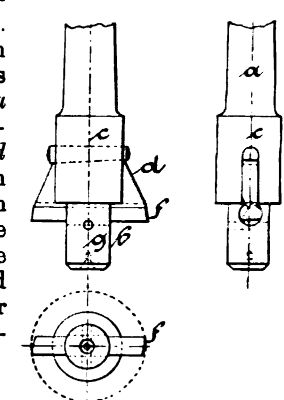

Fig. 63. Miller's Prüfung der Richtigkeit an Bohrmaschinen.

Gegenbohrer bezw. Zentrumbohrer.

Eine recht praktische Ausführung eines Gegenbohrers (Rosettenfräsers) ist in Fig. 64 und 65 gezeigt. Am Kolbenkörper *a* ist der Einsatzzapfen *b* und der Führungszapfen *c* angesetzt, ein rundes Querloch für den Rundstahl *d*, ein konisches Querloch für den Passstift *f* kreuzweise durchgeführt, und eine Stellschraube *g* vorgesehen. Ausserdem sind zur Freilegung der Schneiden *d* in den Hauptkörper *a* die Nischen *h* eingeschnitten. (*American Machinist,* 1898 Bd. 21 Nr. 16 * S. 284.)

Zentrumbohrer bezw. Messerbohrer.

Zum Erweitern vorgebohrter Löcher von 25 mm Durchmesser auf das Doppelte und Vierfache, bei 300 bis 600 mm Tiefe, ist der in Fig. 66 und 67 nach *American Machinist,* 1898 Bd. 21 Nr. 14 * S. 257, dargestellte Bohrer wegen seiner billigen Herstellung und soliden Messerhaltung bemerkenswert. In dem Führungszapfen *b* ist ein rundes Querloch gebohrt, welches in einen Querschlitz des Schaftes *a* mündet, in welchem ein Treibkeil *c* durch eine Trapeznutplatte *d* das Messer *f* hält, welches von einem gehobelten, 250 bis 300 mm langen Stahlstab auf Bedarfslänge abgestochen, durch eine gehobelte Quernut mittelrichtig abgeteilt und vermöge des Querstiftes *g* zur Bohrspindel achsenrichtig eingestellt wird.


Fig. 66. Fig. 67. Zentrumbohrer bezw. Messerbohrer.

Messerbohrer mit Wechselbüchse für den Führungszapfen.

Am Schaftstück *a* (Fig. 68 bis 74) ist die Druckbüchse *b* aufgeschraubt, welche unmittelbar gegen die abgesetzten Schultern des Messers *c* wirkt, deren Schneiden frei vorragen, während die über den schwächeren Zapfen *d* geschobene Führungsbüchse *f* durch die Nasenleiste der Stirnscheibe *g*, welche in die Quernut des Zapfens *d* einsetzt, an der selbständigen Drehung verhindert wird. Eine Abänderung der Messerbefestigung ist in Fig. 74 vorgeführt, wo die Gewindebüchse *b* auf die Druckbüchse *h* und diese erst auf das Messer *c* wirkt, während ein Keil *i* die Verdrehung hindert und drei Stellschrauben diese Teile gegen Lockerwerden sichern.

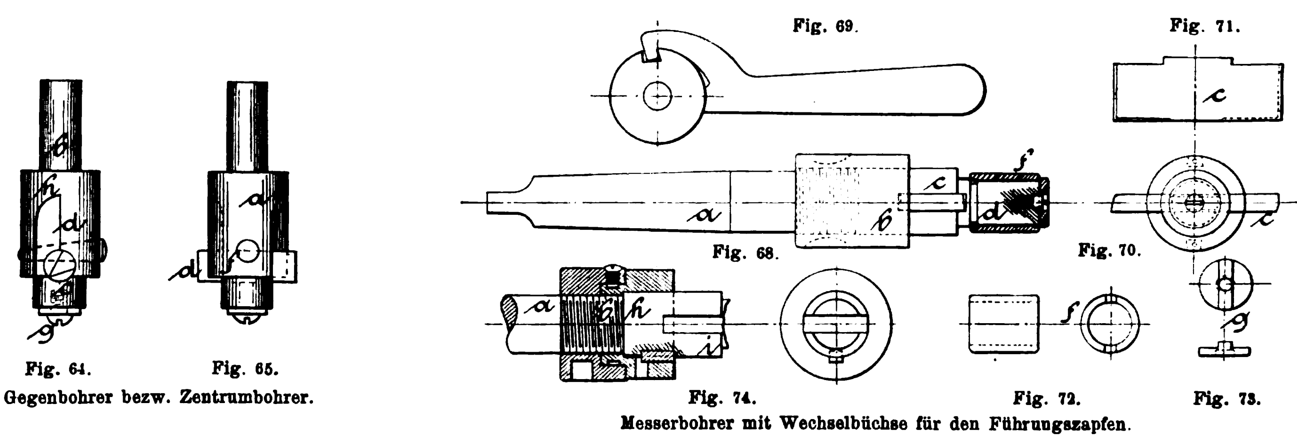

Fig. 64. Fig. 65. Gegenbohrer bezw. Zentrumbohrer.

Fig. 69. Fig. 71. Fig. 68. Fig. 70. Fig. 74. Fig. 72. Fig. 73. Messerbohrer mit Wechselbüchse für den Führungszapfen.

Die gebräuchlichen Automobilsysteme.

Von Professor **H. Bachner** in Stuttgart.

(Fortsetzung des Berichtes S. 95 d. Bd.)

VI. *Uebersetzungsgetriebe.*

Da die Regulierung der Fahrgeschwindigkeit in der Regel eine veränderliche Uebersetzung erfordert, so erscheint diese als eine Eigentümlichkeit der Benzinwagen und um so mehr zu einer Besprechung geeignet, als auch sie zu einer Quelle von Effektverlusten werden kann, wenn ihre Anordnung ohne Rücksicht auf die wirtschaftliche Seite des Motorwagenbetriebs erfolgt; dies ist bei einer Beurteilung dieser oben nur mit Rücksicht auf den Arbeitsvorgang im Motor als besonders günstig hingestellten Reguliermethode zu beachten.

Grössere Wagen erfordern, zumal wenn sie für den

Stadtverkehr bestimmt sind, zur Erhöhung ihrer Beweglichkeit im Verkehrsgedränge eine Vorrichtung zum Rückwärtsfahren. Da der Benzinmotor nicht umsteuerbar ist, wird die Reversiervorrichtung mit dem Uebersetzungsgetriebe vereinigt, jedoch unter Berücksichtigung des Umstandes, dass dabei die geringste Fahrgeschwindigkeit nicht nur ausreichend, sondern einzig brauchbar ist.

Als weiterer Bestandteil des Getriebes sind die Kuppeungseinrichtungen zu betrachten, die in den verschiedensten

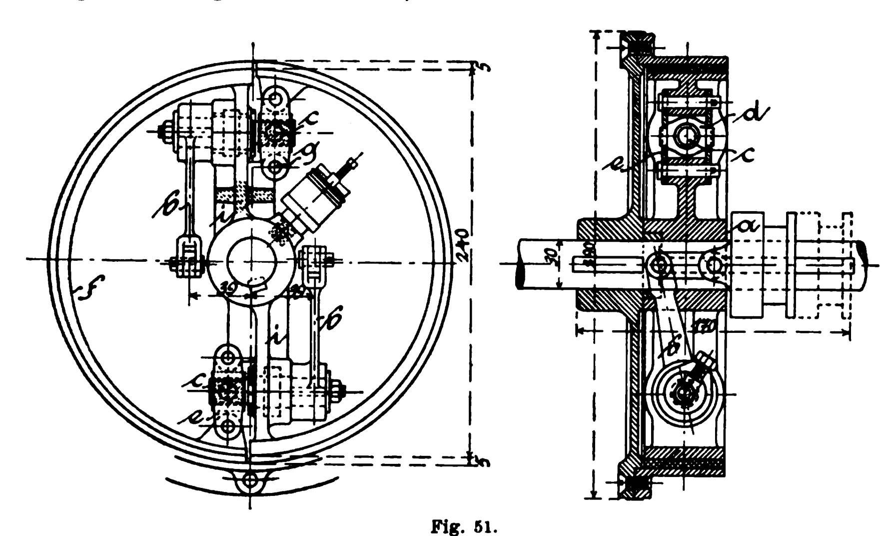


Fig. 51.
Cylinderreibungskuppelung von Piat.

Formen und Verbindungen teils als Anlasskuppelung beim Anhalten und Anfahren, teils als Schaltkuppelung bei jeder durch das Uebersetzungsgetriebe bewerkstelligten Geschwindigkeitsänderung Benutzung finden; sie sollen zunächst besprochen werden.

Da unter allen Umständen beim Einrücken Stösse vermieden werden müssen, kommen in erster Linie nachgiebige, d. h. durch Reibung wirkende Kuppelungen in Betracht, wie sich auch aus der folgenden Uebersicht ergibt.

Die *Daimler-Motorengesellschaft* benutzt Kegelreibungskuppelungen; solche finden sich auch bei den Wagen der *Motorfahrzeug- und Motorenfabrik Berlin* in eigenartiger Anordnung, über die in dem Instruktionsbuch die folgenden Details zu finden sind: Das Schwungrad[1]) als unverschiebbarer Kuppelungsteil trägt zwei konzentrische Ringnuten von keilförmigem Querschnitt, in welche zwei entsprechend geformte, mit Leder überzogene Ringe der beweglichen Kuppelungshälfte eingreifen können. Beim Einrücken kommt zuerst der innere Ring zum Eingriff, dessen geringeres Reibungsmoment zur vollständigen Ueberwindung der Bewegungswiderstände nicht ausreicht, so dass das

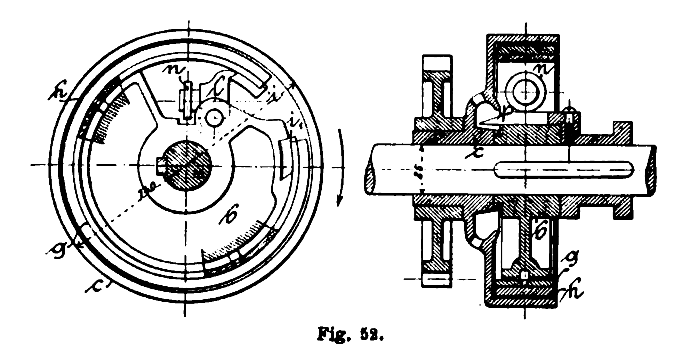


Fig. 52.
Cylinderreibungskuppelung von Julien.

Getriebe nur allmählich unter stetem Gleiten in Bewegung kommt; erst nachdem der durch vier Federn elastisch gelagerte Ring soweit nachgegeben hat, dass auch der äussere Ring angreift, ist die Kuppelung hergestellt. Der Kuppelungsdruck wird unabhängig vom Führer durch eine kräftige Spiralfeder aufrecht erhalten.

[1]) Der gleiche Gedanke ist in der Konstruktion der *Société des Automobiles Réhda* verkörpert (*D. p. J.* 1899 **313** * 108).

Andere Konstrukteure benutzen Cylinderreibungskuppelungen, so *Piat* (Fig. 51) und *Julien* (Fig. 52), wie sie auch sonst für Transmissionszwecke Verwendung finden. In Fig. 51 besteht der innere Kuppelungsteil aus zwei lederarmierten Ringhälften *f*, welche an den Armen *i* einseitig befestigt (angegossen) sind, während ihre freien Enden, durch die zweiteiligen Hebel *e* gehalten, um die auf *i* befestigten Zapfen *g* schwingen können. Zwischen den Hebeln *e* ist die kurze Traverse *d* gelagert, die gleichzeitig das Muttergewinde für die steilgängigen Schrauben *c* trägt. Werden die Schrauben durch Muff *a* und Hebel *b* gedreht, so verschieben sie die Enden der Ringhälften und rücken die Kuppelung ein oder aus, je nach der Bewegungsrichtung.

Wesentlich verschieden wirkt die Kuppelung von *Julien* (Fig. 52). Hier erfolgt das Einrücken der Kuppelung durch Freigabe des kräftigen Federringes *g*, der durch seine eigene Spannkraft das aufgenietete Lederband *h* gegen die Innenseite der Kuppelungshälfte *c* presst. Die Verbindung wird gelöst, wenn mittels Hebel und Kuppelungsmuff der Keil *p* unter die Rolle *n* geschoben wird, denn Hebel *l* nähert dabei das freie Ende *i* dem festen Ende der Feder i_1 und verkleinert den Federdurchmesser.

Diese Konstruktion besitzt der vorhergehenden gegenüber den Vorteil eines konstanten Kuppelungsdruckes, welcher von der zum Einrücken erforderlichen Kraft unabhängig ist, und zeichnet sich ferner vor sämtlichen bisher erwähnten Anordnungen dadurch aus, dass ein achsialer Lagerdruck nur im Moment des Ein- oder Ausrückens auftritt, sonst aber vermieden ist.

Andere Konstruktionen benutzen ein an der einen Kuppelungshälfte befestigtes, die andere umschlingendes Bremsband (*Mégy*), welches ähnlich wie bei einer sogen. Sicherheitskurbel wirkt, oder wie *Dion* in Fig. 53 eine Kombination zwischen Kuppelung und ausrückbarem Vorgelege. Hierbei wird, bevor die Zähne der Räder *a* und *b* zum Eingriff gelangen, zunächst die Reibungskuppelung zwischen dem Kautschukring *c* und dem Friktionscylinder *d* hergestellt, wodurch bei langsamer Schaltbewegung das Rad *b* bis nahe an seine normale Umdrehungszahl beschleunigt wird. Durch rasche Weiterbewegung sollen nunmehr *a* und *b* fast stossfrei zum Eingriff gebracht werden können.

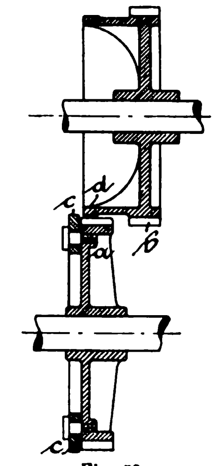


Fig. 53.
Kombination zwischen Kuppelung und ausrückbarem Vorgelege von Dion.

Letztere Anordnung erscheint deshalb mangelhaft, weil ihre Wirksamkeit zu sehr von der Geschicklichkeit des Führers abhängig ist und überdies durch Abnutzung der reibenden Flächen rasch in Frage gestellt wird.

Schliesslich müssen auch Fest- und Losscheibe und Spannrolle bei Riemenantrieb zu den nachgiebigen Kuppelungen gerechnet werden bezw. können an deren Stelle treten, wie später noch gezeigt wird.

Unter den nunmehr zu besprechenden eigentlichen Uebersetzungskonstruktionen erscheinen bei nur oberflächlicher Betrachtung die Reibungsgetriebe besonders verlockend, da sie bei der bekannten Anordnung Fig. 54 eine vollkommen stetige Geschwindigkeitsänderung gestatten, gleichzeitig in der Mittellage den Stillstand und darüber hinaus nach rückwärts die Bewegungsumkehr enthalten bei einfachster Konstruktion. Es wird dabei eine zur Vergrösserung der Reibung mit Leder überzogene Friktionsrolle *b* durch die Hebel *d* gegen die vom Motor angetriebene Scheibe *a* angedrückt; bei entsprechendem Drehsinn wird die Pressung durch die Rückwirkung des Zahndruckes noch vergrössert. Die Verschiebung von *b* erfolgt durch einen in die Muffe *c* greifenden Hebel.

Doch macht die ausserordentlich starke Abnutzung,

verbunden mit einem entsprechenden Energieverlust, und die besonders in der Nähe der Mittellage vorhandene Unzuverlässigkeit der Uebertragung die Reibungsgetriebe für den Automobilbetrieb thatsächlich unbrauchbar, was durch das rasche Wiederverschwinden so mancher derartigen Konstruktion zur Genüge bewiesen ist. Nur für untergeordnete Zwecke, z. B. für die Bewegungsumkehr allein, und dann stets in der Form von Stirnrädern finden die Reibungsräder noch bisweilen Verwendung.

Viel benutzt sind dagegen die Riementriebe, welche sich bei sachgemässer Behandlung durchaus bewähren und

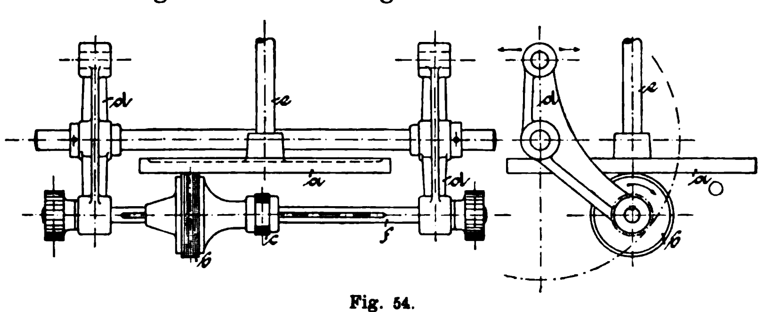


Fig. 54.
Uebersetzungsgetriebe mittels Friktionsscheiben.

infolge ihres verhältnismässig geringen Effektverlustes, der Einfachheit ihrer Anordnung, und nicht zum wenigsten des geräuschlosen Ganges zu noch grösserer Verbreitung eignen, als sie thatsächlich besitzen, zumal sie gleichzeitig, wie schon erwähnt, eine besondere Kuppelung überflüssig machen.

Dabei sind gewöhnlich nur die Hauptübersetzungen durch den Riementrieb gebildet, dessen Arbeitseigenschaften bekanntlich eine grosse Umfangsgeschwindigkeit bedingen. Für die grosse Uebersetzung ins Langsame (Bergfahrtübersetzung) und den Rücklauf benutzt man zumeist Zahnräder, für die Uebertragung von der Differentialwelle nach den Triebrädern sind in der Regel Ketten in Verwendung.

Hier sind vor allem die Konstruktionen *Benz*'schen Systems zu nennen, welche das Gemeinsame besitzen, dass durch je einen Riemen ein grösseres Fest- und Losscheibenpaar von einer kleineren, ein kleineres Paar von einer grösseren Scheibe auf der Kurbelwelle angetrieben werden kann, entsprechend zwei verschiedenen Uebersetzungen. Durch gleichzeitige Regulierung mit der Drosselklappe kann damit schon eine für normale Verhältnisse genügende Veränderung der Fahrgeschwindigkeit erzielt werden, nämlich nach Angabe von *Benz und Co.* in den Grenzen von 12 bis 30 km in der Stunde.

Die *Compagnie Anglo-Française* (Bauart *Benz-Roger*) nimmt hierzu zwei offene Riemen und benutzt einen dritten

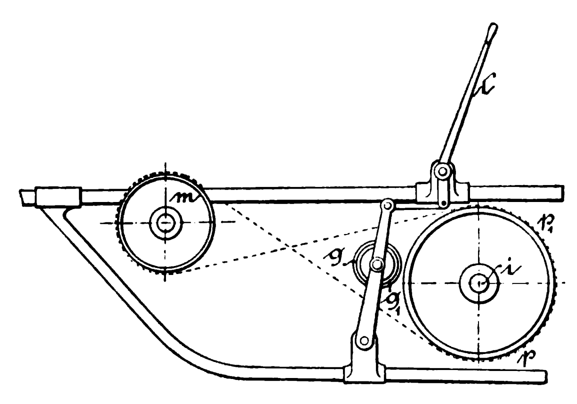


Fig. 55.
Kombiniertes Reibungs- und Zahnrädervorgelege von Rochet-Schneider.

gekreuzten für den Rücklauf. *Benz und Co.* dagegen nehmen zwei gekreuzte Riemen, welche grössere Sicherheit gegen das Gleiten bieten, und fügen für Bergfahrt und Rücklauf noch je eine Zahnradübersetzung für langsamsten Gang hinzu.

Auch *Rochet-Schneider* benutzen zwei gekreuzte Riemen, für die Bewegungsumkehr dagegen ein eigenartig durchgebildetes kombiniertes Reibungs- und Zahnrädervorgelege (Fig. 55 und 56). In Fig. 55 ist m und p das der kleineren Geschwindigkeit entsprechende Scheibenpaar, i die Vorgelegewelle, hinter der Festscheibe p liegt die Losscheibe p_1. In geringer Entfernung vor diesen beiden ruhen zwei lederarmierte Friktionsrollen g und g_1, drehbar um die feste Achse a (Fig. 56), aber nicht unabhängig voneinander. Zur Erreichung des Rücklaufs bringt man den Riemen auf die Losscheibe p_1 und drückt sodann mittels des Hebels l die beiden Rollen gegen p und p_1 an. Dabei wird g_1 von p_1 in Bewegung gesetzt und treibt seinerseits durch das Zwischenrad r die Rolle g an, die sich aber nun viel langsamer und in entgegengesetzter Richtung dreht (vgl. den späteren Absatz über die Planetengetriebe). Von g wird endlich die Bewegung nach der Festscheibe p übertragen.

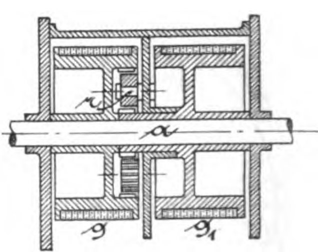


Fig. 56.
Kombiniertes Reibungs- und Zahnrädervorgelege von Rochet-Schneider.

Mehr originell als empfehlenswert erscheint die Anordnung von *Lepape*, welcher mit einem einzigen Riemen auszukommen sucht und vierfache Stufenscheiben a und b (Fig. 57) zur Anwendung bringt. Um die Verschiebung des Riemens zu ermöglichen, sind die einzelnen Stufen durch Kegelflächen verbunden, und es wird der Riemen an beiden Auflaufstellen durch die Gabeln c und d gefasst und bewegt. Die eigentümliche Lagerung und Verbindung der um die festen Punkte $e f$ und $g h$ schwingenden Hebel vermittelt diese gleichzeitige Bewegung und bewirkt, dass sich dabei die Entfernung der Riemenleiter von den einzelnen Stufen nicht wesentlich ändert. Eine weitere Eigentümlichkeit der vorliegenden Konstruktion besteht darin, dass das eine Triebrad von dem Kettenrad i aus, das andere durch ein Reibrad k angetrieben werden soll, mit dem Zweck, das Differentialgetriebe zu sparen und dessen Funktion durch das Gleiten von k zu ersetzen. Die Schwäche der Anordnung liegt in der sehr ungünstigen Beanspruchung des Riemens.

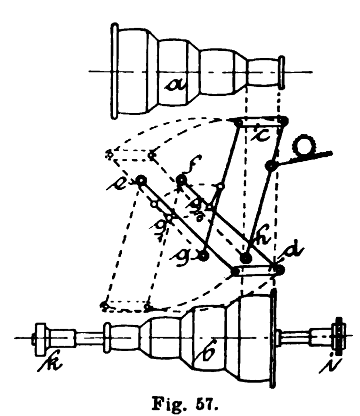


Fig. 57.
Stufenscheibenvorgelege von Lepape.

Auch bei den übrigen Riemenvorgelegesystemen wird natürlich der Riemen von Zeit zu Zeit ersetzt und öfter nachgespannt werden müssen; doch kann dieser Umstand an sich nicht als besonderer Nachteil betrachtet werden. Ungeeignet kann der Riementrieb dagegen in bestimmten Fällen deshalb erscheinen, weil er einen gewissen Mindestabstand zwischen Kurbel- und Vorgelegewelle voraussetzt. Erscheint dies als Hindernis, so kann man die Riemen einfach durch Ketten ersetzen, wie bei der Anordnung von *Roots und Venables* (Fig. 58), wobei an die Stelle der Losscheiben die Kegelreibungskuppelungen h getreten sind. Da sich aber solche Ketten für höhere Geschwindigkeit nicht recht eignen, haben sie für das Uebersetzungsgetriebe keine Verbreitung gefunden, man zieht vielmehr die Zahnrädervorgelege vor.

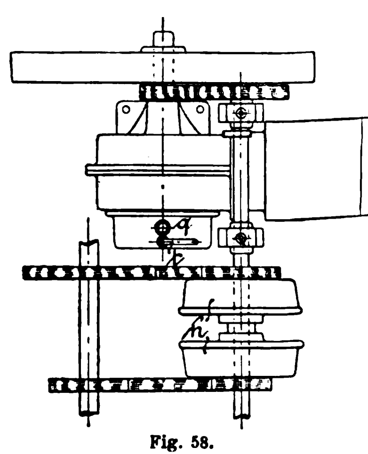
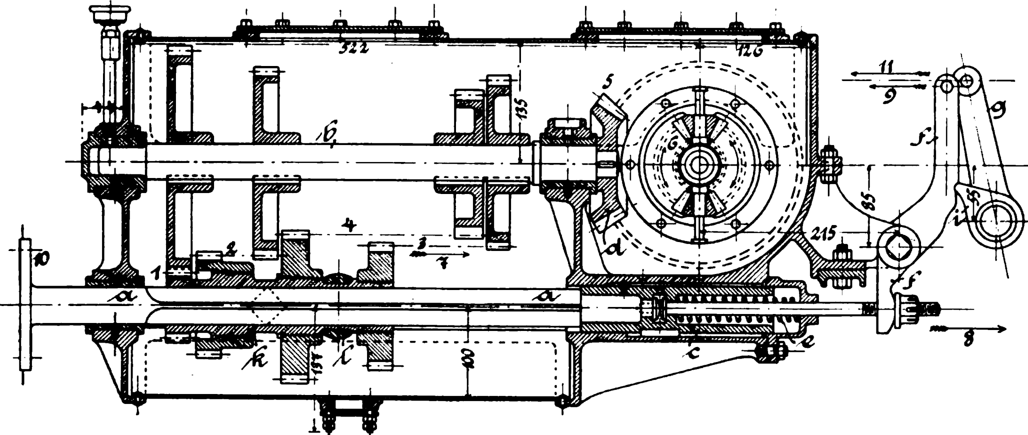


Fig. 58.
Kettenrädervorgelege von Roots und Venables.

In der Regel beschränkt man daher, wie bereits er-

wähnt, den Kettentrieb auf die Uebertragung zwischen der letzten Vorgelegewelle und den Triebrädern, und führt die Zwischenvorgelege, wenn man den Riementrieb vermeiden oder wenigstens beschränken will, als Zahnrädergetriebe aus, welche dann aber stets eine nachgiebige Kuppelung noch ausserdem bedingen.

Das Ein- und Ausschalten der verschiedenen Uebersetzungen kann hier auf die mannigfaltigste Art und Weise



1 Erste (kleinste) Geschwindigkeit. *2* Zweite Geschwindigkeit. *3* Dritte Geschwindigkeit. *4* Vierte (grösste) Geschwindigkeit. *5* Kegelräder für Vor- und Rückwärtsgang. *6* Differentialgetriebe. *7* Verschiebung zum Zweck der Geschwindigkeitsänderung. *8* Verschiebung zur Lösung der Kuppelung. *9* Pedalzugstange zur Kuppelungsauslösung. *10* Friktionskuppelung. *11* Zur Handbremse mit automatischer Ausrückung der Friktionskuppelung.

Fig. 59.

Ein- und Ausschalten der verschiedenen Uebersetzungen (System Daimler) der Motorfahrzeug- und Motorenfabrik Berlin.

vorgenommen werden, wie aus den nachfolgenden Figuren zu ersehen ist. Durch einfache, wohldurchdachte Anordnung und soliden Aufbau zeichnet sich das *Daimler*'sche System aus. Fig. 59 gibt den Längsschnitt durch den Getriebekasten eines Wagens der *Motorfahrzeug- und Motorenfabrik Berlin* in Marienfelde, woraus man erkennt, dass sämtliche Vorgelege auf zwei parallelen Wellen vereinigt sind. Welle *a* liegt in der Verlängerung der Kurbelwelle und trägt links die oben erwähnte bewegliche Kuppelungshälfte, während das rechte Ende in der Büchse *c* drehbar, aber gegen Längsverschiebung gesichert, gelagert ist. Auf dem vierkantigen Mittelstück gleitet die Büchse *k*, welche mittels Muffe *l* so verschoben und festgestellt werden kann, dass eines der vier Triebe mit dem zugehörenden Rad in Eingriff kommt. Hierdurch sind vier Fahrgeschwindigkeiten gegeben. Der Rücklauf wird durch ein konisches Wendegetriebe ermöglicht, von dem in der Figur nur das Mittelrad *d* auf der Welle *b* zu sehen ist; die beiden zugehörigen Kegelräder, von denen das eine oder andere mit *d* zum Eingriff gebracht werden kann, sitzen verschiebbar auf einer das Differentialgetriebe tragenden Büchse.

Vor jeder Aenderung der Uebersetzung muss die Kuppelung ausgerückt werden. Dies geschieht vom Führersitz aus durch Anziehen des Hebels *f*, der dabei die Büchse *c* und die Welle *a* mit ihrer Kuppelungshälfte ein wenig nach rechts verschiebt. Beim Nachlassen von *f* erfolgt das Einrücken selbstthätig durch Spiralfeder *e*.

Diese Konstruktion[2]) besitzt den Vorzug, dass nur das gerade arbeitende Zahnräderpaar in Eingriff steht, die übrigen laufen vollkommen leer mit, ohne irgendwie die Reibungsverluste des Getriebes zu vermehren. Dagegen liegt ein prinzipieller Nachteil darin, dass Zahnräder von verschiedener Umfangsgeschwindigkeit zum Eingriff gebracht werden müssen, unter Umständen mehrere nacheinander; hierbei sind auch bei ausgerückter Kuppelung Stösse in den Zähnen nicht zu vermeiden.

Es gibt nur ein Mittel, diesen Uebelstand zu heben: man muss eben sämtliche Räderpaare in Eingriff lassen, auch wenn sie leerlaufen; hiermit aber stellt sich nun ein prinzipieller Nachteil dieser, d. h. aller noch anzuführenden Konstruktionen ein, der ständige Verlust durch Zahn- und Zapfenreibung mitgeschleppter Getriebeteile, der bei nachlässiger Wartung ganz bedeutende Grösse erreichen kann.

Das Eigentümliche der hierher gehörenden Anordnungen besteht darin, dass sie im Gegensatz zu Fig. 59 für jedes Vorgelege eine besondere Kuppelung besitzen, deren eine Hälfte auf der Welle festgekeilt ist, während die andere, um die Welle drehbar, das Zahntrieb trägt.

Bei dem Uebersetzungsgetriebe von *Julien* (Fig. 60) haben Cylinderreibungskuppelungen nach Art der Fig. 52 Anwendung gefunden. Drei von ihnen bedienen die Vorgelege für den Vorwärtsgang, das vierte den Rücklauf, und sie besitzen paarweise je eine gemeinsame Kuppelungsmuffe. Welle *c* wird von der Motorwelle *a* aus durch das Zwischenrad *b* ständig mitgenommen und mit ihr die inneren Kuppelungshälften; Rad *d* gibt die grösste, der mit dem Differentialgehäuse verschraubte Zahnkranz *f* die geringste Geschwindigkeit, der Rücklauf wird durch ein in *g* eingreifendes Zwischenrädchen *h* bewirkt. Sobald aber eine beliebige Uebersetzung eingerückt wird, kommen sämtliche Räder und mit ihnen die zugehörigen Kuppelungshälften in Bewegung, und zwar letztere mit einer in Bezug auf Welle *a* abweichenden Tourenzahl, die Kuppelung des Rücklaufs, welche sich umgekehrt wie ihre Lagerbüchse dreht, sogar mit verdoppelter Relativgeschwindigkeit, also verdoppeltem Reibungsverlust.

Aehnlich verhält sich die Anordnung von *Léo* (Fig. 61). Hier sitzen die Kuppelungen auf der Differentialbüchse *f i*,

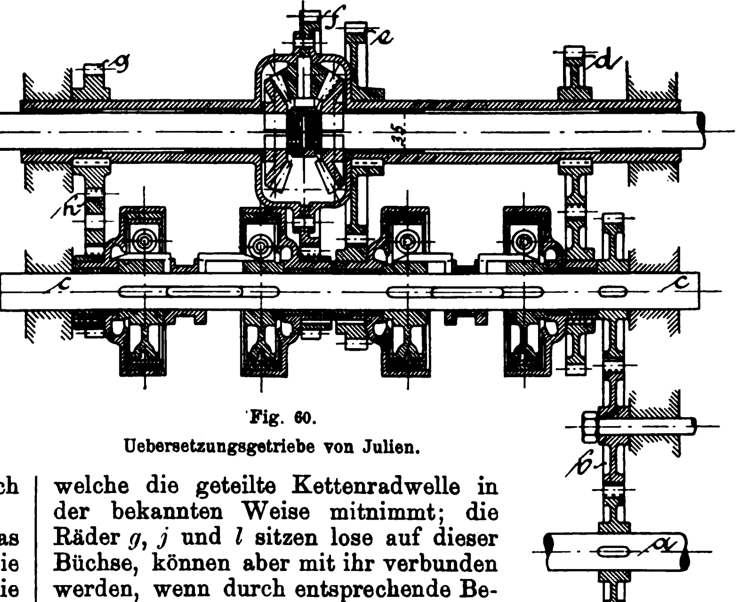


Fig. 60.

Uebersetzungsgetriebe von Julien.

welche die geteilte Kettenradwelle in der bekannten Weise mitnimmt; die Räder *g*, *j* und *l* sitzen lose auf dieser Büchse, können aber mit ihr verbunden werden, wenn durch entsprechende Bewegung des Schiebers *o* die betreffende Kuppelung eingerückt wird. Für den Rücklauf ist das Kettenräderpaar *l m* vorgesehen, welches den Drehsinn von *b* ungeändert auf *a* überträgt, während die Zahnräder ihn umkehren. Der Antrieb erfolgt durch das mit der Riemenscheibe *P* fest verbundene Trieb *e*, wodurch, wie man sieht, die vier Räderpaare ständig in Bewegung erhalten werden.

Diese Konstruktion ist im Hinblick auf die benutzte Klauenkuppelung als ein entschiedener Rückschritt zu betrachten, denn sie vereinigt die Nachteile der Fig. 60 mit denen der Fig. 59, ohne einen anderen Vorteil als den

[2]) Dieselbe Anordnung für nur zwei Geschwindigkeiten findet sich *D. p. J.* 1899 **313** * 108.

einer etwas billigeren Herstellung zu bieten. Hieran ändert auch die im vorliegenden Fall benutzte nachgiebige Kuppelung nicht viel, welche darin besteht, dass der P antreibende Riemen durch Nachlassen einer Spannrolle bei jeder Uebersetzungsänderung ausser Wirksamkeit gesetzt werden kann.

Besser wurden die Vorteile der Riemenkuppelung von *Webb* ausgenutzt (Fig. 62). Betrachtet man v als die gemeinsame eine Kuppelungshälfte, so stellen g_1, m_1 und p_1

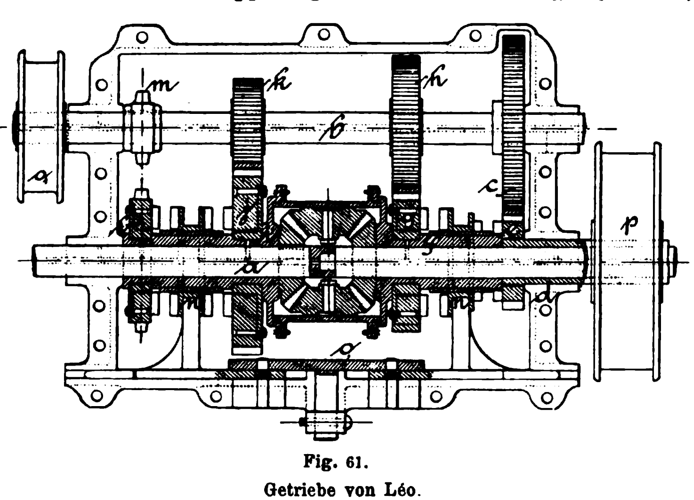


Fig. 61.
Getriebe von Léo.

die andere Hälfte dar, die mit den Trieben g, m und p in fester Verbindung stehen; ihre Wirkungsweise ist ohne weiteres einzusehen. f ist die Losscheibe für den Stillstand, während r durch das Zwischenrad s den Rücklauf bewirkt. Hier ist durch die unabhängige Ausschaltbarkeit von s der Reibungsverlust, der durch das fast nie benutzte Rücklaufvorgelege verursacht würde, vermieden, doch hat die auf den ersten Blick bestechende Ineinanderschachtelung der Welle mit ihren Büchsen die unangenehme Folge, dass diese Teile sich der Kontrolle entziehen und der Schmierung schwer zugänglich sind.

Fig. 63, Anordnung von *Lang*, besitzt dieselben Schwächen wie Fig. 61, zeichnet sich aber wenigstens durch

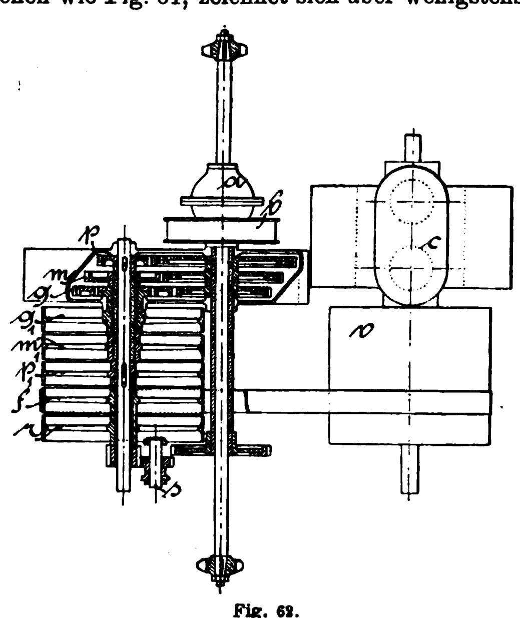


Fig. 62.
Riemenkuppelung von Webb.

sehr grosse Einfachheit aus. Die Einrückung der Vorgelege erfolgt durch eine Art innerer Klauenkuppelung mittels des Querkeiles b, der durch Stange a in die Keilnuten der Räder eingeschoben werden kann. In die Naben eingedrehte Vertiefungen geben zwei Zwischenstellungen (der in der Figur gezeichneten Stellung entsprechend), bei denen die Kettenradwelle keinen Antrieb erhält. Für ganz leichte Fahrzeuge könnte diese Anordnung in Frage kommen; dass sie hierfür gedacht ist, beweist auch das Fehlen eines Rücklaufvorgeleges.

Ohne weiteres erhellt aus den bisherigen Betrachtungen die Ueberlegenheit der Riemenübersetzungen insofern, als sie eine wesentlich einfachere Bauart ermöglichen; demgegenüber besitzen die Rädervorgelege den Vorteil geringeren Raumbedarfs. Ihr Nachteil eines ziemlich lärmenden Ganges lässt sich durch geeignete Massnahmen beseitigen, indem man das Getriebe mit einem völlig geschlossenen Gehäuse umgibt, welches mit einem ziemlich konsistenten, die Geräusche dämpfenden Schmiermittel gefüllt wird. Diese z. B. von der *Motorfahrzeug- und Motorenfabrik Berlin* benutzte Anordnung (vgl. Fig. 59, auch 61 und 62) gewährt zudem den grossen Vorteil, dass der Strassenstaub von diesen empfindlichen Teilen ferngehalten und dadurch der Reibungsverlust und die Abnutzung verringert wird. Durch vorgesehene Oeffnungen bleiben die Räder trotzdem gut zugänglich.

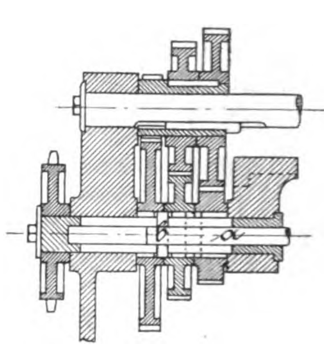


Fig. 63.
Getriebe von Lang.

Das Bestreben, möglichst an Raum zu sparen, manchmal wohl auch nur, eine eigene, interessante Konstruktion zu besitzen, hat zur Anwendung sogen. Planetengetriebe geführt, deren Eigenart den normalen Zahnrädervorgelegen gegenüber darin besteht, dass ihre Vorgelegewellen konzentrisch ineinander gesteckt sind. Hierdurch ist unter allen Umständen die Benutzung von Zwischenrädern oder kleinen Zwischenvorgelegen für die Uebertragung bedingt; gleichzeitig sind mit diesen Getrieben stets Bremsen zu verbinden, welche dazu bestimmt sind, gewisse Teile zeitweise an der Bewegung zu verhindern. Die etwas komplizierte Wirkungsweise geht am besten aus der Besprechung der einzelnen Konstruktionen hervor.

Das Getriebe von *Ellis und Steward* (Fig. 64) ist dazu bestimmt, aus der Bewegung der Antriebswelle A einen Vorwärtsgang mit grosser und einen Rücklauf mit geringer Geschwindigkeit abzuleiten. Die im festen Gehäuse C gelagerte Welle A trägt ausser dem aufgekeilten Trieb a die beiden Kuppelungshälften M und D, erstere nur drehbar, letztere drehbar und verschiebbar aufgesetzt. In der gezeichneten Stellung ist die Reibungskuppelung in Thätigkeit; indem dadurch sowohl die Achsen als auch die Zähne der Zwischenräder b mit M fest verbunden sind, können diese sich nicht bewegen und zwingen nun, wie eine Klauenkuppelung wirkend, das auf M aufgekeilte Ketten-

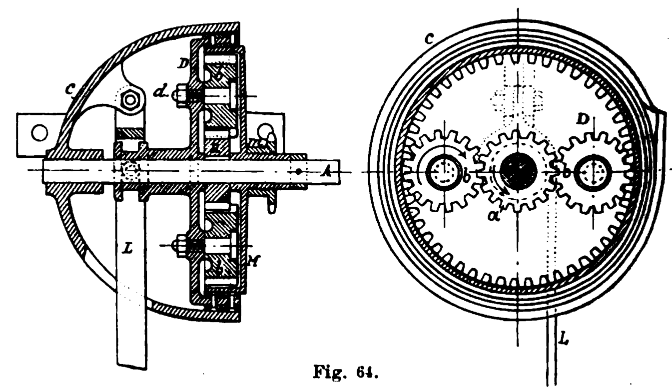


Fig. 64.
Getriebe von Ellis und Steward.

trieb m, die Bewegung von a mitzumachen. Dieser Zustand entspricht dem Vorwärtsgang.

Bremst man hingegen durch Linksdrehen des Hebels L die Scheibe D im Gehäuse C fest, so kommen die Räder b um ihre nun feststehenden Achsen in Bewegung und erteilen dem Zahnkranz M einen Drehungssinn, welcher dem von A entgegengerichtet ist (vgl. den Querschnitt). Aus der Erwägung, dass alle vier Räder gleiche Teilkreisgeschwindigkeit besitzen und dass die Durchmesser von a und b gleich sind, folgt, dass die Umdrehungszahl von M nur ein Drittel der von A beträgt.

Die Erfinder hatten übrigens die sonderbare[3]) Idee, durch nur teilweise Bremsung oder Kuppelung jede beliebige Geschwindigkeit zwischen den besprochenen Grenzen herstellen zu wollen. Dass aber auf diesem Wege ein Beharrungszustand erreichbar sei, ist schon mit Rücksicht auf die starke Abnutzung vollkommen ausgeschlossen.

Eine grössere Anzahl von Abstufungen bietet das Getriebe des von *Prétot* konstruierten Motorvorspanns (avant-train automoteur), Fig. 65. Die Antriebswelle *a* trägt eine aufgekeilte Scheibe, in welcher zwei kleine Vorgelegewellen *b* gelagert sind, die ihrerseits durch die Räder *d*

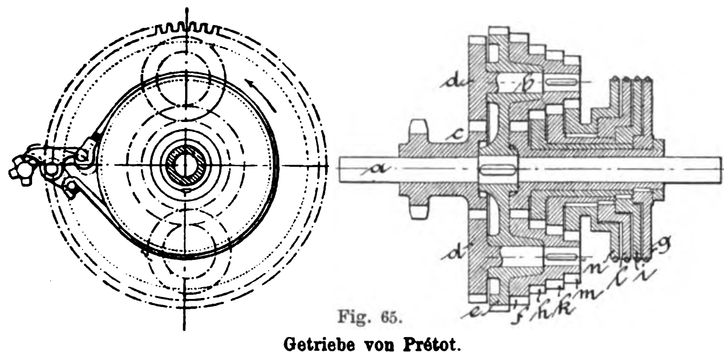


Fig. 65.

Getriebe von Prétot.

mit *c* und dem Kettentrieb, durch die abgestuften Triebe *f h k m* mit den zu den Bremsscheiben *g i l n* gehörenden Rädern in Eingriff stehen. Durch Festbremsen einer der Bremsscheiben wird nun die Bewegung von *a* in bestimmtem Verhältnis und Drehsinn auf *c* übertragen.

Angenommen, es sei *n* festgehalten, so läuft Trieb *m* mit einer gewissen Umfangsgeschwindigkeit um das zugehörige, gleichfalls festgelegte Rad herum. Hierdurch erhält *d* dieselbe Umdrehungszahl, dem grösseren Durchmesser entsprechend aber gleichzeitig eine grössere Umfangsgeschwindigkeit, deren Einfluss aus der folgenden Betrachtung hervorgeht: Auf die Bewegung von *c* ist es ohne Einfluss, ob *b* um *a* rotiert und *n* feststeht, oder ob *b* nur um seine Achse drehbar ist und *n* im umgekehrten Sinne mit der Tourenzahl von *a* bewegt wird. Denken wir uns das letztere ausgeführt, so wirkt *b* als doppeltes Vorgelege und die Umdrehungszahl von *c* ist im Verhältnis der gesamten Uebersetzung grösser als die von *a*. Da *c* und *d* gleiche Durchmesser besitzen und *m* ein Drittel des Durchmessers des zugehörigen Rades, so läuft im vorliegenden Fall *c* dreimal so rasch als *a*. Bei Bremsung von *l* sinkt das Verhältnis auf 2 : 1, bei *c* auf 1 : 1, d. h. *c* steht still. Trieb *f* ist umgekehrt etwas grösser als das Rad der Bremsscheibe *g*, man muss sich letztere also jetzt im selben Sinne wie *a* gedreht denken, und *c* rotiert nun mit geringer Geschwindigkeit dem früheren Drehsinn entgegengesetzt, gibt also den Rücklauf.

Dass man mit derartigen Getrieben die Raumersparnis sehr weit treiben kann, zeigt ein Vergleich beispielsweise mit Fig. 59 zur Genüge. Im vorliegenden Fall war man zu dieser Beschränkung dadurch gezwungen, dass der Motor samt allem Zubehör, das Getriebe eingeschlossen, in dem als Kasten ausgebildeten vorderen Drehgestell selbst unterzubringen war. Ob diese Anordnung an sich einen Fortschritt darstellt, wollen wir an dieser Stelle nicht entscheiden; soviel aber ist sicher, dass ganz erhebliche Bedenken gegen diese Zusammenschachtelung erhoben werden können. Man überlege: irgend eine Uebersetzung, auch die kleinste, bedingt, dass sämtliche, nämlich zehn, Zahneingriffe in Thätigkeit sein müssen; dazu kommt die Reibung zwischen den vielen ineinander gesteckten Büchsen, denn auch die drei nicht festgelegten Bremsscheiben drehen sich mit für jede abweichender Tourenzahl. Es wird demnach ein relativ hoher Reibungsverlust auftreten, noch vergrössert durch die infolge mangelhafter Zugänglichkeit der inneren Büchsen ungenügende Schmierung. Schon aus diesem Grunde ist nicht zu erwarten, dass dieser Vorspann sich lebensfähig erweisen wird.

[3]) *Revue industrielle*, 18. Februar 1899 S. 63.

Deshalb findet man in den Fällen, wo von erprobten Automobilkonstruktionen das vorliegende Getriebesystem Anwendung gefunden hat, wie bei den *Benz*-Wagen, dasselbe auf untergeordnete Verwendungsgebiete beschränkt, entweder nur für den Rücklauf, wie bei *Rochet-Schneider* (vgl. Fig. 56), oder auch noch für eine geringste Vorwärtsgeschwindigkeit angewandt (*Benz*'sche Anordnung).

Mit der letztgenannten im Grundgedanken übereinstimmend ist die Anordnung von *Lufbery* (Fig. 66); sie weicht, von der Stufenscheibe abgesehen, noch darin ab, dass dort Bergfahrt- und Rücklaufgetriebe nebeneinander gesondert aufgebaut sind, während hier Getriebe und Stufenscheibe vereinigt wurden. Konstruktion und Wirkungsweise sind die folgenden:

Auf der über die Differentialwelle *D* geschobenen Hohlwelle *J* ruht, durch Feder und Nut mit ihr verbunden, die lange Büchse *G*, welche auf zwei zu Lagern ausgebildeten Armen die Zwischenvorgelege *E F* trägt. Auf *G* drehbar ist der am linken Ende verzahnte Bremscylinder *H* so gelagert, dass er gleichzeitig mit *G* und dem auf *H* aufgekeilten Kuppelungskegel *M* durch den Muff *m* verschoben werden kann; der Hohlkegel *N* steht ebenso wie *J* mit dem Differentialgehäuse in fester Verbindung.

In der gezeichneten Stellung wird *H* mit *J*, also auch *H* mit *G* durch die Kuppelung direkt verbunden, *E F* kann sich nicht drehen, das ganze Getriebe erscheint als starre Verbindung zwischen Stufenscheibe *C* und Hohlwelle *J*. Bei dieser Schaltung kann die Bremse *O* im gewöhnlichen

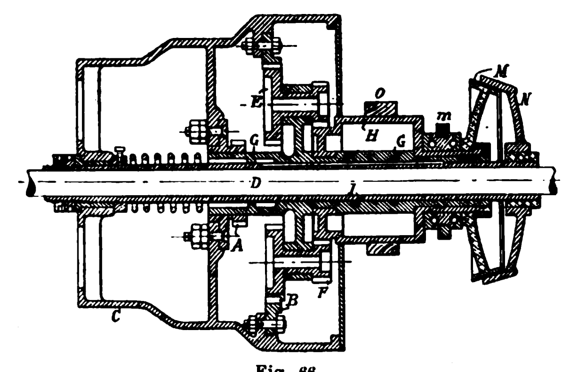


Fig. 66.

Getriebe von Lufbery.

Sinne benutzt werden. Löst man die Kuppelung, ohne zu bremsen, so läuft das Getriebe leer um die Büchse *G*. Wird jetzt die Bremse angezogen, so rollt *F*, durch *E* angetrieben, um den festgelegten Zahnkranz des Bremscylinders *H* und nimmt dabei die Büchse *G* und die Welle *J* mit, aber, der Uebersetzung zwischen *E* und *F* entsprechend, nur mit der halben Tourenzahl der Stufenscheibe.

Bei weiterer Linksverschiebung gelangt *E* ganz ausser Eingriff, die Scheibe läuft leer um das Getriebe herum; bei der linken Endstellung schliesslich greift *E* in das Trieb *A* der Stufenscheibe und erzeugt den Rücklauf mit kleinster Geschwindigkeit.

(Fortsetzung folgt.)

Kleinere Mitteilungen.

Das neue Linienschiff „Kaiser Wilhelm II".

Das zweite der neuen Linienpanzerschiffe ist am 13. Februar auf der Kaiserlichen Werft in Wilhelmshaven in Dienst gestellt worden. Der Bau des Schiffes wurde nach der *Rh.-Westf. Ztg.* nach den Grundsätzen des *Kaiser Friedrich III.*, der als Grundtyp der „Kaiser"-Klasse gilt, im Herbst 1896 begonnen und soweit

gefördert, dass *Prinz Heinrich* im September 1897 die Schiffstaufe vornehmen konnte. Seit jener Zeit ist unablässig, teilweise unter Zuhilfenahme von Ueberstunden, am Ausbau des Panzers gearbeitet worden. Es sind mithin von der Kiellegung bis zur Indienststellung 3¼ Jahre verflossen, zu denen allerdings, ehe die völlige Seebereitschaft erreicht werden kann, noch die vorgeschriebenen Probefahrten treten werden[1]), die ebenfalls einige Monate in Anspruch nehmen. Immerhin ist aber der zwischen Kiellegung und Gefechtsbereitschaft liegende Zeitraum, den man bisher auf 4 Jahre berechnete, nicht unwesentlich verkürzt worden und wird voraussichtlich bei den in der Ausführung begriffenen Neubauten noch eine weitere Abkürzung erfahren. Die Abmessungen des Schiffes schliessen sich im wesentlichen denen des Panzers *Kaiser Friedrich III.* an. Die Wasserverdrängung von rund 12000 t ist erreicht worden durch eine Länge von 115 m, eine Breite von 20,4 m und einen Tiefgang von 7,8 m. Der ganze Schiffskörper ist aus deutschem Stahl erbaut und läuft vorn in einen scharfen Rammsporn aus. Die Hauptstärke des Schiffes liegt in seiner überaus starken Armierung, die nur aus Schnellladern besteht, und zwar sind vorhanden: 4 grosse 24 cm-Schnelllader in Panzerdrehtürmen, 18 Stück 15 cm-Schnellfeuerkanonen in Türmen und Kasematten, je 12 Stück Schnellfeuerkanonen zu 8,8 cm und Revolverkanonen zu 3,7 cm und endlich 8 Maschinengewehre zu 8 mm. Die artilleristische Kraft ist infolgedessen so bedeutend wie auf keinem anderen Schiff der Welt. Ausser den Geschützen, die in 5 Stockwerken übereinander aufgestellt sind, hat der Panzer auch 5 Torpedorohre als Waffe an Bord. Gleich der Bestückung steht auch die Fahrgeschwindigkeit völlig auf der Höhe der Zeit. Wie bei allen neueren Schiffen werden auch hier Wasserrohrkessel Verwendung finden. Diese werden von der *Krupp*'schen *Germaniawerft* geliefert. Die 3 Maschinen sind gesondert aufgestellt und treiben 3 besondere Schrauben, deren Höchstleistung auf 18 Seemeilen in der Stunde gesteigert werden kann. In der Regel wird man aber nur mit ein oder zwei Schrauben bei wesentlich geringerer Geschwindigkeit fahren. Geschützt ist das Schiff gegen die Einwirkung der Geschosse durch einen Gürtelpanzer aus gehärtetem Nickelflusseisen, der sich über ⅘ der Schiffslänge hinzieht. An diesen Panzer schliesst sich ein gewölbtes Horizontaldeck, das alle wichtigen Teile schützt. Die Anordnung der Schornsteine ist derart getroffen, dass sie über die Marse der Schnellfeuerkanoniere hinausragen. Die Wohnräume sind luftig und hell. Das Schiff hat die Einrichtungen für die Aufnahme eines Flottenstabs erhalten. Ausserdem sind besondere Wohnräume für den Kaiser vorgesehen.

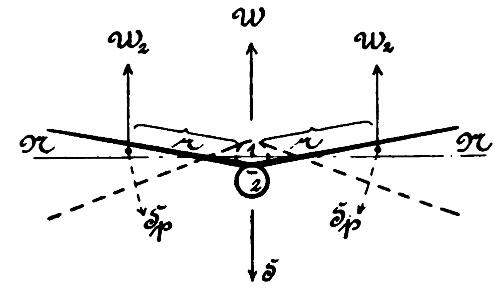
Zuschrift an die Redaktion.

(Unter Verantwortlichkeit des Einsenders.)

Zu den „Grundlagen zur Fluglehre" von F. Heinz-Sarajevo[2]).

In diesem zweiten Teile seiner Abhandlungen behandelt der Autor die Bedeutung der Elastizität für dynamische Flugmaschinen und bezieht sich hierbei auf die Behauptung *Buttenstedt*'s, nach welcher dem elastischen Flügel gewisse flugerzeugende Eigenschaften zugeschrieben werden.

Ich citiere hier nur den Schlusssatz *Heinz*' bezw. *Buttenstedt*'s: „Werden nun die Flügel von der Muskelkraft des Vogels abwärts bewegt, in die Stellung Fig. 1 gebracht, so tritt Ent-



spannung der Elastizität ein und dadurch wird der Muskelkraft die Abwärtsbewegung der Flügel erleichtert."

Da stelle ich die Frage: „Besteht denn in dieser kurzweg „*erleichterten Abwärtsbewegung*" schon der geforderte Flugeffekt, dass man damit schon das Rätsel des Fluges, das Flugprinzip gefunden zu haben meint?"

Der Flugeffekt könnte nur darin bestehen, dass der durch seine Schwere gesunkene Vogelkörper, welcher bei diesem Sinken angeblich die Flügel gespannt hat, rückwirkend durch die Entspannung wieder gehoben werden kann, und zwar zumindest um einen kleinen Teil seiner verlorenen Höhe.

Hierbei spielt die Kraftgrösse keine Rolle, sondern nur die Möglichkeit, ob vermöge der Kräftedisposition im Flugsystem die Entspannung in Flugbewegung umgesetzt werden kann.

Dieser charakteristische Prozess kann von prinzipieller Bedeutung sein, nicht die Kraftgrösse.

Thatsächlich behauptet *Buttenstedt* auch diese Möglichkeit, ohne den mechanischen Beweis dafür zu erbringen.

Dass *Buttenstedt* diesen exakten Beweis nicht führt, und dass der Gegenbeweis von wissenschaftlicher Seite nicht geführt wird, das ist der Grund, warum über der *Buttenstedt*'schen Hypothese noch immer geheimnisvolles Dunkel schwebt. Nebenstehende Skizze versinnlicht den Vorgang zur Erläuterung desselben.

Wenn wir diese Darstellung des Vorganges mit derjenigen vergleichen, welche *Heinz* im bezogenen Aufsatze gibt, so fallen zwei wesentliche Unterschiede in die Augen, und zwar stellt die punktierte Figur die Lage bei ungespannten Flügeln vor.

1. Die relativ tiefere Lage des Vogelkörpers bei gespannten Flügeln.

2. Die Annahme eines Widerlagers oder einer Stützkraft W unter den Flügeln, denn nur diese entgegengesetzten Wirkungen auf das System begründen eine Flügelspannung.

Sinken der Schwere S und irgend eine Stützkraftwirkung bei M, d. i. W, sind Bedingung.

Die Gleichgewichtsbedingung für diese beiden Wirkungen ist, wenn

Spr das Schwerkraftentspannungsmoment des Flügels,
Wr das Stützkraftentspannungsmoment des Flügels sind,

$Spr = \frac{W}{2} . r =$ Entspannungsgleichgewicht im Flügel[3]).

Soll das ganze System in diesem Zustande frei schweben, so muss selbstverständlich $S = W$ sein.

Nun herrscht Ruhe im ganzen System; aus diesem Zustande betrachten wir die Bedingung der Entspannungswirkung.

Das Gewicht S kann durch die Entspannung nur dann gehoben werden, wenn das Entspannungsmoment in Bezug auf den Stützpunkt M also $\frac{W}{2} . r > Sp . r$ (für einen Flügel); das hiesse, die Entspannung soll grösser sein als die Spannung. Da die beiden Momente nach dem früher Gesagten gleich sein müssen, ist diese Bedingung — unmöglich[4]).

Wir könnten auch noch den Fall nehmen, dass die Entspannung wirksam würde durch relative Verminderung von S gegenüber W; oder relative Verstärkung von W gegenüber S.

Im ersteren Fall würde die Entspannung wirksam werden, aber mit fortdauerndem Verlust an Schwere, und man betrachte dann den Prozess, wenn dieser wichtige Faktor der Spannung allmählich schwindet.

Im zweiten Fall wird das ganze System im gespannten Gleichgewichtszustande gehoben, dann ist diese Bewegung aber ausschliesslich eine Wirkung von W der Stützkraft.

Um diese Stützkraft W dreht sich aber seit Anbeginn die ganze Flugforschung, in dem *Wesen dieser Wirkung der Stützkraft* liegt auch das Wesen des Fluges.

Dass *Buttenstedt*, *Planorergne* und deren Ausleger diese Stützkraft als ein für allemal und in jeder gewünschten Grösse als vorhanden annehmen, statt das tiefere Wesen dieser Kraft zu erforschen, ist der Grund vieler Irrtümer der neueren Flugforschung geworden.

Dagegen ist das Wesen der fraglichen Stütz- und Triebkraft W in einem Aufsatze der *Zeitschrift für Luftschiffahrt* von mir erwiesen worden, dessen Inhalt vielleicht der Gegenstand einer anderen Abhandlung in dieser Zeitschrift wird.

Röhrsdorf bei Hainspach, Deutschböhmen.

Karl Steffen.

---

[1]) Die erste Probefahrt hat am 2. und 3. d. Mts. zufriedenstellende Ergebnisse geliefert. D. R.

[2]) *D. p. J.* 1899 **313** * 132.

[3]) Das entgegengesetzt wirkende Kräftesystem $Sr - W_2 . r$, welches die Spannung des Flügels bewirkt hat, muss selbstverständlich dem eben erwähnten Entspannungskräftesystem das Gleichgewicht halten. Gleichzeitig heben die beiden entgegengesetzt wirkenden Kräftepaare jede drehende Wirkung gegenseitig auf.

[4]) Dazu schreibt uns Herr *F. Heinz*-Sarajevo das Nachstehende: Der Vogelrumpf wirkt bei der hier in Betracht kommenden Flugart nicht als *Gewicht*, somit nicht als eine *konstante* Grösse, da er sich nicht im Zustande der Ruhe befindet, sondern er wirkt mit Rücksicht auf seine vertikale (Auf- und Ab-) und tangentiale Fortbewegung als *lebendige Kraft* $\frac{Mv^2}{2} \sin \sphericalangle acd$ (1899 **313** 134, Fig. 5), demnach als eine *variable* Grösse, welche die in gewissem Sinne selbstthätige Flügelelastizitätsentspannung in gleicher Weise ermöglicht, wie die Entspannung eines Sprungbrettes (1899 **313** 133), wenn es in Schwingungen versetzt wird und nicht das *Gewicht* des schwingenden Körpers, sondern dessen *lebendige Kraft* $\frac{Mv^2}{2}$ wirkt.

Arnold Bergsträsser Verlagsbuchhandlung (A. Kröner) Stuttgart.
Druck der Union Deutsche Verlagsgesellschaft ebendaselbst.



DINGLERS POLYTECHNISCHES JOURNAL.

81. Jahrg., Bd. 315, Heft 11. Stuttgart, 17. März 1900.

Jährlich 52 Hefte in Quart. **Abonnementspreis** vierteljährlich 6 M., direkt franko unter Kreuzband für Deutschland und Oesterreich 6 M. 65 Pf., für das Ausland 7 M. 30 Pf. Redaktionelle Sendungen und Mitteilungen bittet man zu richten: An die Redaktion von „Dinglers Polytechn. Journal" in Stuttgart, die Expedition betreffende Schreiben an Arnold Bergsträsser Verlagsbuchhandlung (A. Kröner) Stuttgart.



Die gebräuchlichen Automobilsysteme.

Von Professor **H. Bachner** in Stuttgart.

(Fortsetzung des Berichtes S. 158 d. Bd.)

VII. *Gleichförmigkeit der Bewegung.*

Man hört vielfach den Vorwurf, dass die Benzinwagen ihre Insassen durch Rütteln und Stossen belästigen. Diese Ansicht ist in vielen Fällen sicherlich auf mangelhafte Beobachtung zurückzuführen, auf eine Verwechselung mit dem Lärm, den der Auspuff verursacht, oder mit dem stossweisen Arbeiten des Motors, wenn er bei kürzerem Aufenthalt leer läuft. Wer in einem gut gebauten und im stand gehaltenen Benzinwagen fährt, wird sich kaum über derartige unangenehme Eindrücke zu beklagen haben.

Doch treten allerdings beim Betriebe des Motors Erscheinungen auf, welche aus sich heraus Erschütterungen, insbesondere solche von periodischer Wiederkehr, also Schwingungen oder Vibrationen erzeugen können von derselben Art, wie sie auch sonst für Fahrzeuge, z. B. Lokomotiven und Dampfschiffe, nachzuweisen sind. Auch bei übrigens zweckentsprechender Bauart können diese Vibrationen eine störende Stärke erlangen, wenn ihre Schwingungszahl bei einer bestimmten, der sogen. kritischen, Tourenzahl des Motors mit der Eigenschwingungszahl des Fahrzeuges im ganzen oder grösserer Teile desselben in Einklang (zur Resonnanz) kommt.

Diese Verhältnisse haben schon wiederholt eingehende Besprechung erfahren, sollen aber hier aus dem Grunde kurz erläutert werden, weil eine Reihe von Konstruktionen in der Absicht entworfen wurde, derartige Vibrationen von vornherein unmöglich zu machen. Stösse, welche durch fehlerhaften Spielraum an den bewegten Teilen, insbesondere am Kurbelzapfen und in den Kurbelwellenlagern auftreten, oder durch das Einrücken von Kuppelungen, Zahnrädern u. dgl. veranlasst werden, kommen, als vermeidbar oder nur vereinzelt auftretend, hier natürlich nicht in Betracht.

Wir gehen davon aus, dass der Wagen eine mehr oder weniger elastisch gelagerte, aus einer Anzahl von Teilen bestehende Masse darstellt, auf welche Kräfte verschiedener Art einwirken. Hierfür gelten die folgenden Grundgesetze der Dynamik:

1. Jeder Kraftwirkung entspricht eine Rückwirkung von gleicher Grösse.
2. Alle Kräfte, deren Richtung nicht durch den Schwerpunkt der Masse geht, suchen eine Drehung um diesen hervorzurufen.
3. Jede Verschiebung eines Massenteiles ist von einer entgegengesetzten Verschiebung der Hauptmasse begleitet in solchem Betrag, dass der Bewegungszustand des Gesamtschwerpunkts dabei keine Aenderung erfährt.

Motoren mit rein rotierender Bewegung können im normalen Betrieb keine Schwingungen erzeugen; der einzige Einfluss ihres konstanten Drehmoments ist eine konstante Rückwirkung, welche das ganze Fahrzeug um die Motorachse entgegen ihrem Umlaufsinn ein wenig verdreht, bis durch die Reaktion der dadurch hervorgerufenen elastischen und Schwerkräfte sich eine neue Gleichgewichtslage eingestellt hat.

Wesentlich anders liegen die Verhältnisse beim Benzinmotor, dessen Arbeitsleistung nur durch Vermittelung eines Kurbelgetriebes auf die Motorwelle übertragen werden kann, so dass der Motor die diesem Mechanismus anhaftenden beiden Hauptmängel ohne weiteres mit übernehmen muss, die Veränderlichkeit des Drehmomentes und den Einfluss der hin und her gehenden Massen.

Dass starke Schwankungen in der Grösse des Drehmomentes auftreten müssen, erhellt schon daraus, dass in den beiden Totlagen die Kurbelkraft gleich Null ist; es wird also während einer Arbeitsperiode, das sind beim Viertaktmotor zwei Umdrehungen, das Drehmoment viermal den Wert Null besitzen. Hierzu kommt aber noch die in dieser Hinsicht besonders unangenehme Eigenschaft dieses Motors, dass er nur auf einen von vier Hüben Arbeit leistet, so dass ein nutzbares Drehmoment während der übrigen Zeit überhaupt nicht vorhanden sein kann. Fig. 67 zeigt, wie ungünstig beim Eincylinderviertaktmotor das Verhältnis zwischen dem grössten Drehmoment a und dem mittleren Moment b einer Arbeitsperiode ausfällt, nämlich $a = 10b$, im Gegensatz zu dem Diagramm Fig. 68, das diese Verhältnisse für die gleiche mittlere Leistung bei einer doppelt wirkenden Eincylinderdampfmaschine darstellt mit $a = 2,5b$. (Als Abscissen

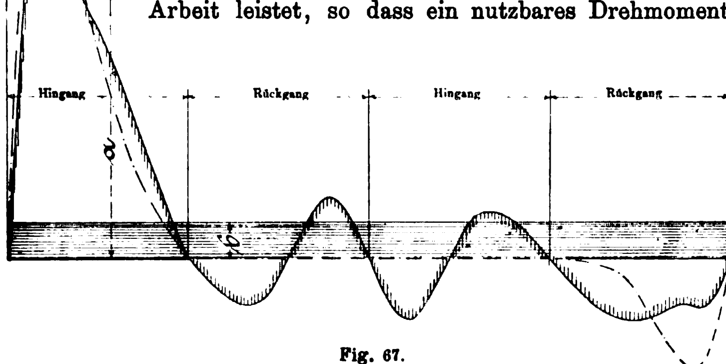


Fig. 67.

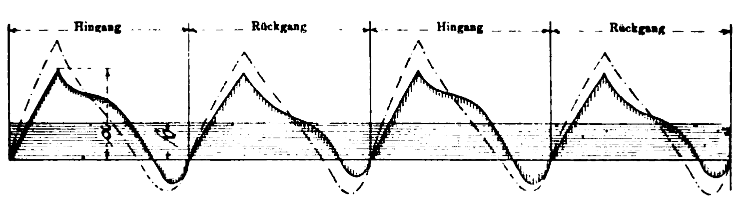


Fig. 68.

sind die Kurbelwege, als Ordinaten die jeweiligen Drehmomente eingetragen.)

Der Einfluss dieser Schwankungen äussert sich nach zwei Richtungen: sie bedingen einen steten Wechsel in der Fahrgeschwindigkeit und in der Grösse der oben bereits erwähnten Rückwirkung auf das Wagengestell. Letztere

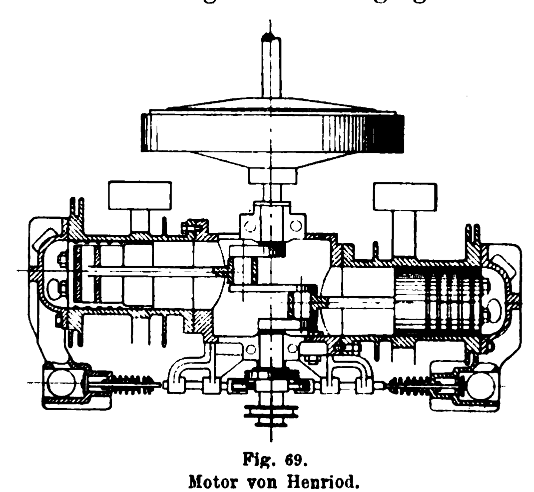


Fig. 69.
Motor von Henriod.

ist für einen gegebenen Motor ihrem Verlauf nach ebenfalls fest bestimmt; sie versetzt den Wagen in Schwingungen um die Motorachse mit um so rascherer Aufeinanderfolge, je grösser die Umdrehungszahl und die Anzahl der Cylinder ist.

Fig. 70.

Die regelmässigen Schwankungen in der Fahrgeschwindigkeit hängen ausserdem noch von der Grösse und Geschwindigkeit der stetig bewegten Massen ab: je schwerer Schwungrad und Wagen, je grösser die Geschwindigkeit ist, um so weniger werden periodische Aenderungen der Fahrgeschwindigkeit fühlbar werden; dagegen ist insbesondere beim

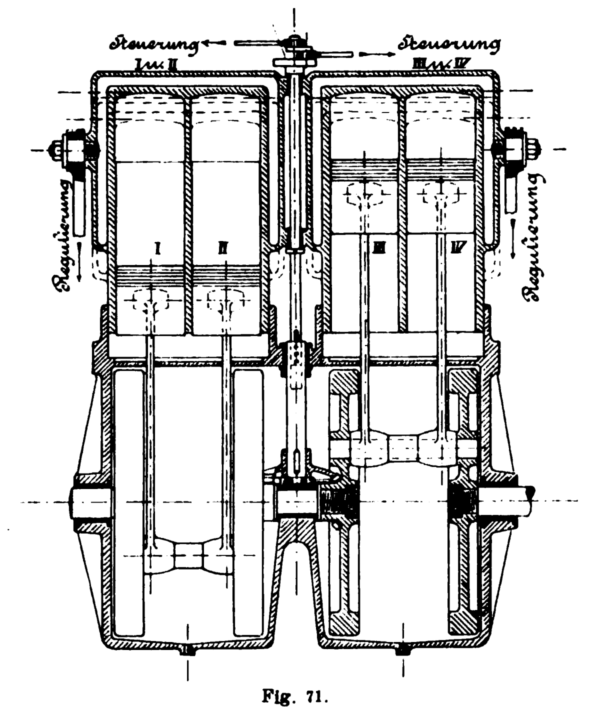


Fig. 71.
Motor Espérance, System Hautier.

langsamen Erklettern einer stärkeren Steigung die Gefahr vorhanden, dass dem Benzinautomobil trotz genügender Grösse des mittleren Drehmoments die Kräfte ausgehen, wenn das Arbeitsvermögen der bewegten Massen nicht bis zum nächsten Explosionsstoss ausreicht. Jedenfalls aber entspricht den Anforderungen an Gleichförmigkeit des Ganges am wenigsten der Eincylindermotor.

Zwei auf dieselbe Welle arbeitende Cylinder ergeben unter allen Umständen ein besseres Resultat, und zwar das Maximum der dabei zu erzielenden Gleichförmigkeit, wenn der Arbeitshub des einen gerade in die Mitte zwischen zwei Arbeitshübe des zweiten fällt, d. h. in dessen Saugperiode. Dies lässt sich bei nebeneinander liegenden Cylindern durch gleiche Kurbelstellung, bei einander gegenüber liegenden durch Versetzung der Kurbeln um 180° erreichen. Für den ersten Fall bietet der ältere Daimler-Motor (Fig. 2) (1900 **315** 17) ein Beispiel, für den zweiten der Motor von *Henriod* (Fig. 69).

Drei nebeneinander liegende Cylinder sollten, wenn nur die Gleichförmigkeit in Betracht käme, die Kurbelanordnung Fig. 70 erhalten; für vier Cylinder sei das Beispiel des Motors *Espérance*, System *Hautier* (Fig. 71), angeführt: in diesem Falle müssen die Explosionen in der Reihenfolge *I III II IV* oder *I IV II III* eingeleitet werden. Um wie viel durch vier Cylinder die Gleichförmigkeit des Ganges verbessert werden kann, geht aus dem Diagramm Fig. 72 hervor; das Verhältnis zwischen grösstem und mittlerem Drehmoment hat sich mit $a = 1{,}75\,b$ ausserordentlich verbessert, und wenn dasselbe auch nicht direkt ein Mass für die Vergrösserung des Gleichförmigkeitsgrades abgibt, so weist es doch im Vergleich zu Fig. 67 zweifellos auf eine solche hin.

Uebrigens spielt der Gleichförmigkeitsgrad bei Motorfahrzeugen keineswegs eine so grosse Rolle, wie bei stationären Motoren für empfindliche Betriebe, und selbst der Eincylindermotor erscheint, weil er ja unter allen Um-

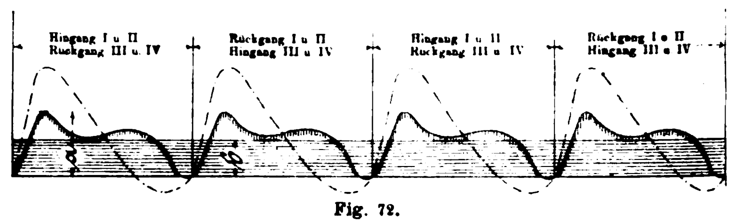


Fig. 72.

ständen durch eine stetig bewegte Masse von hinreichender Grösse, nämlich die des Fahrzeuges selbst, reguliert wird, in dieser Hinsicht als durchaus brauchbar.

Von wesentlich anderer Natur zeigt sich der Einfluss der hin und her gehenden Massen des Kurbelgetriebs, nämlich der Masse des Kolbens und teilweise auch der Schubstange. Dieselben müssen zu Beginn eines jeden Hubes beschleunigt, gegen Ende des Hubes wieder verzögert werden, weil ja die Kolbengeschwindigkeit in jeder Totlage zu Null wird; hierzu ist während der Beschleunigungsperiode ein Aufwand von Arbeit erforderlich, welcher aber am Ende der Verzögerungsperiode wieder vollständig zurückerstattet ist. Arbeit wird also nicht verzehrt, wohl aber erscheint die wirksame Kurbelkraft zu Beginn des Hubes um den Betrag dieses Beschleunigungsdruckes vermindert, gegen Ende vergrössert, was darauf hinwirkt, die Arbeits- und Kompressionskurve mehr in die Länge zu ziehen und den Unterschied zwischen grösstem und mittlerem Drehmoment zu verringern. Dieser günstige Einfluss der schwingenden Massen ist in den Fig. 67, 68 und 72 durch einen Vergleich mit der strichpunktierten Kurve, welche den Verlauf des Drehmoments ohne Berücksichtigung des Massendruckes darstellt, deutlich zu erkennen.

Als eine recht unerwünschte Beigabe erscheint die Massenwirkung dagegen, wenn man im Sinne der Sätze 1 und 3 unserer Einleitung ihre Rückwirkung ins Auge fasst, zunächst mit Bezug auf den Eincylindermotor. Jedem Hingang des Kolbens entspricht, ebenso wie jedem Rückgang, eine entgegengesetzt gerichtete Bewegung des Wagens, allerdings in einem um so mehr verringerten Mass, je grösser die Masse des Wagens ist. Auf diese Weise entstehen periodische Schwingungen des Wagens gleichlaufend mit der Cylinderachse, also je nach der Anordnung in horizontalem oder vertikalem Sinn.

Beim Eincylindermotor können diese Massenwirkungen nie völlig beseitigt werden. Das einzige Mittel, wenigstens teilweise Abhilfe zu schaffen, besteht in der Anbringung eines mit der Kurbel rotierenden, ihr in Bezug auf das Wellenmittel gegenüberliegenden Ausgleichgewichtes, z. B.

g beim Motor *Cyclone* (Fig. 73), welches ja auch bei den Lokomotiven weitgehende Anwendung gefunden hat. Seine Wirkungsweise ist die folgende (Fig. 74): Die Kolbenmasse k erzeugt bei ihrem Hingang in der Masse des Wagens das Bestreben, sich entgegengesetzt zu bewegen, wobei letztere die Kurbelwelle in der Richtung des Pfeiles I mitnehmen würde. Gleichzeitig schwingt aber die Ausgleichmasse g, die ja ebenso wie der Kolben einen bewegten Teil der Gesamtmasse darstellt, nach rückwärts mit dem Erfolg, dass die Welle nun dem Pfeil II folgen müsste. Offenbar wird sie infolgedessen in Ruhe bleiben und damit die Wagenmasse selbst, wenn die durch die gleichzeitige Bewegung von k und g hervorgerufenen Reaktionen von gleicher Grösse sind. Da die parallel zur Kolbenschwingung gerichtete Komponente v der Kurbelgeschwindigkeit in jedem Moment (nahezu) der Kolbengeschwindigkeit gleich ist, so müsste g gleich k sein.

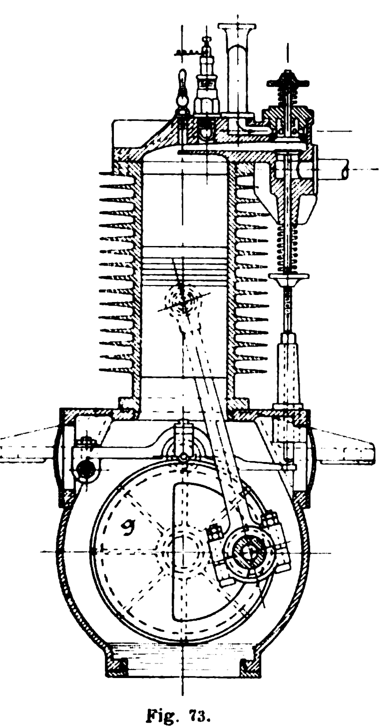


Fig. 73.
Motor Cyclone.

Doch ist damit eine eigentliche Lösung der Ausgleichfrage nicht gegeben, weil, wie man ohne weiteres sieht, nunmehr noch eine Massenwirkung senkrecht zur Richtung der Kolbenschwingungen übrig bleibt, veranlasst durch die Geschwindigkeitskomponente w, deren Verlauf mit der Aenderung von v der Grösse nach vollständig übereinstimmt. Man hätte also die Kolbenschwingung zwar (nahezu) vollkommen ausgeglichen, dafür aber neue Schwingungen vom gleichen Betrag in den Kauf zu nehmen, welche nur eine andere Richtung besitzen, vertikal, wenn der Cylinder horizontal liegt.

Da hiermit thatsächlich nichts gewonnen wäre, gleicht man in diesem einfachsten Falle nicht die volle Kolbenmasse aus, sondern nur etwa die Hälfte davon mit dem Resultat, dass nur noch Schwingungen vom halben Betrag wahrnehmbar sind, aber nunmehr nach beiden Richtungen oder vielmehr in stetigem Wechsel rund herum um die Kurbelwelle.

Um vollkommenen Ausgleich zu erzielen, darf man also nicht die geradlinig bewegte mit einer rotierenden Masse zusammensetzen, sondern muss zwei völlig gleichartige, aber in jedem Moment entgegengesetze Schwingungsvorgänge kombinieren, wie dies in den folgenden Anordnungen durchgeführt ist. Diese Konstruktionen besitzen ausnahmslos mindestens zwei Kolben nebst zugehörigen Kurbelgetrieben.

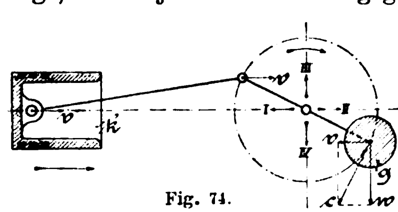


Fig. 74.

Hierbei fordern die Bedingungen für vollkommenen Ausgleich, dass die beiden Kurbeln um 180° versetzt seien, damit dem Hingang des einen der Rückgang des anderen entspreche. Hierbei kommt man bei nebeneinander liegenden Cylindern in Widerstreit mit der oben aufgestellten Bedingung für geringste Ungleichförmigkeit, welche gleichgerichtete Kurbeln erfordert. Es wird Sache des praktischen Versuchs sein, die Entscheidung darüber zu liefern, welche Anordnung als das geringere Uebel zu bevorzugen ist.

Die bisherigen Erfahrungen scheinen für den Kurbelwinkel 180° zu sprechen. Wir finden denselben z. B. bei dem Phönix-Motor der Wagen der *Motorfahrzeug- und Motorenfabrik Berlin* (Fig. 7) (1900 **315** 18) mit parallel nebeneinander gelagerten Cylindern, wobei also nunmehr auf die eine Kurbeldrehung zwei Arbeitshübe, auf die nächstfolgende zwei Leerhübe entfallen.

Richtiger erscheint es, die beiden Cylinder einander gegenüber anzuordnen (vgl. die Bauart *Henriod*, Fig. 69), weil dies sowohl der Bedingung für gleichförmigen Gang, wie auch für vollkommenen Massenausgleich am besten entspricht; doch lässt sich nicht verkennen, dass dadurch der Raumbedarf des Motors zunimmt und damit gleichzeitig die Schwierigkeit des zweckmässigen Einbaues.

Aus dieser Ueberlegung ist eine Reihe eigenartiger Konstruktionen entstanden, welche scheinbar auf den Eincylindermotor zurückgreifen, in Wirklichkeit aber zwei in Tandembauart hintereinander gelegte Cylinder mit entgegengesetzt gerichteter Kolbenbewegung darstellen, bei denen nur die beiden Explosionsräume miteinander verschmolzen wurden. Der Massenausgleich wird dabei thatsächlich erreicht, dagegen ist der Ungleichförmigkeitsgrad gerade so ungünstig, wie beim Eincylindermotor; die Bauart bedingt notwendigerweise einen Kurbelwinkel von 180°. Eine Verbesserung der Arbeitsleistung durch dieses System ist selbstverständlich undenkbar, denn der zweifach wirkenden Kolbenkraft steht gegenüber, dass jeder Kolben nur das halbe Cylindervolumen auszunutzen vermag.

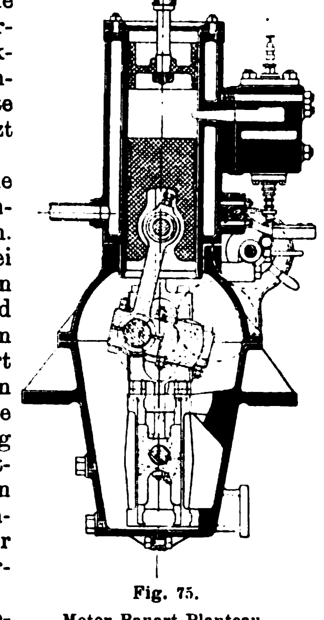


Fig. 75.
Motor Bauart Planteau.

Da jeder Kolben sein eigenes Kurbelgetriebe erfordert, so entstehen Schwierigkeiten, wenn man die Welle in Bezug auf den einen von ihnen in herkömmlicher Weise anordnet, wie in Fig. 75, Bauart *Planteau*. Die unsymmetrische Lage der Welle zwingt dazu, entweder wie bei der später zu erwähnenden Bauart *Gobron und Brillié* zwei von einer Traverse ausgehende, den Cylinder zwischen sich fassende lange Schubstangen für den nach aussen liegenden Kolben vorzusehen, oder nach *Planteau* (Fig. 75) für diesen Kolben eine jenseits der Welle unterzubringende Kreuzkopfführung anzuordnen, wobei die beiden Verbindungsstangen zwischen Traverse und Kreuzkopf der Welle

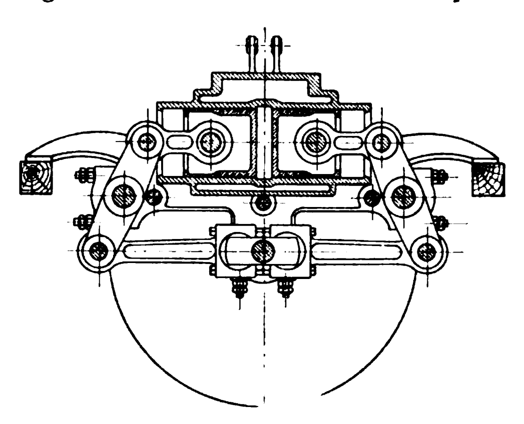


Fig. 76.
Motor von Koch.

Platz lassen müssen, weshalb sie an dieser Stelle verbreitert und entsprechend ausgespart sind. Um die Grösse der beiden bewegten Massen gleich zu halten, musste der innere Kolben sehr massig hergestellt werden. Die Konstruktion erscheint schon aus dem Grund nicht empfehlenswert, weil sie den wesentlich einfacheren Zweicylindersystemen gegenüber offenbar keine Raumersparnis bringt.

Etwas günstiger, wenigstens vom letzterwähnten Standpunkt aus, baut sich der Motor von *Koch* (Fig. 76) mit symmetrisch zu beiden Kolben gelegter Welle, wobei aller-

dings die Zwischenschaltung zweier Balanciers notwendig wird, d. h. die Vermehrung der unbedingt nötigen vier Gelenke um weitere sechs, was dem ruhigen Gang des Motors keineswegs zuträglich ist.

Drei- und Viercylindermotoren lassen gleichfalls vollständigen Massenausgleich zu, wie aus den Fig. 77 und 71 hervorgeht. Die Bauart *Roser-Mazurier* (Fig. 77) besitzt zwei gleichgerichtete und eine um 180° versetzte Kurbel; der an letzterer angreifende Kolben muss mit Rücksicht auf die geforderte Massengleichheit das doppelte Gewicht

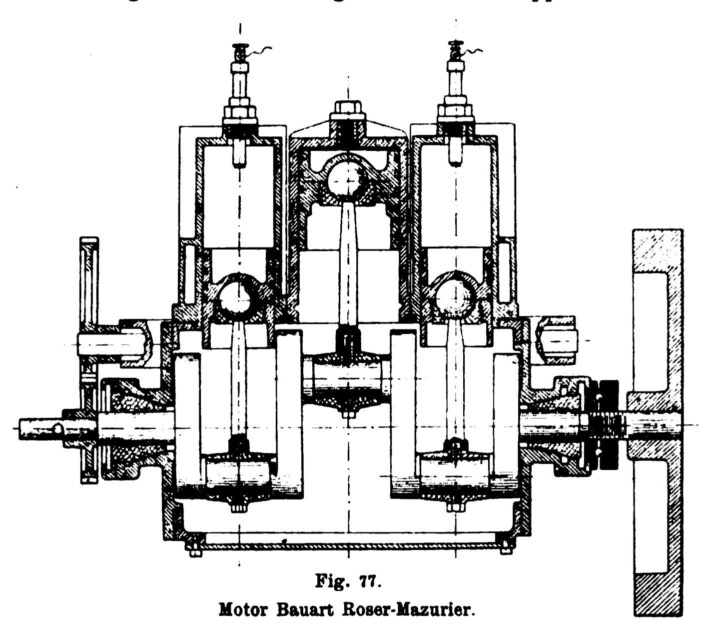


Fig. 77.
Motor Bauart Roser-Mazurier.

eines der beiden anderen erhalten, weshalb er entsprechend grösseren Durchmesser besitzt. Dass rücksichtlich der Gleichförmigkeit eine symmetrische Kurbelstellung günstiger wäre, geht aus Fig. 70 hervor.

Der im Vorangegangenen wiederholt benutzte Ausdruck „vollständiger Massenausgleich“, welcher nach dem bisherigen Stand unserer Betrachtung in einer Reihe von Fällen vorhanden zu sein scheint, verlangt aber noch eine nachträgliche Untersuchung darüber, ob wirklich, wenn an zwei Kurbeln entgegengesetzt schwingende Massen angreifen, diese sich unter allen Umständen vollkommen aufheben oder nicht. Dass in allen diesen Fällen geradlinige Schwingungen nicht mehr eintreten werden, behält nach

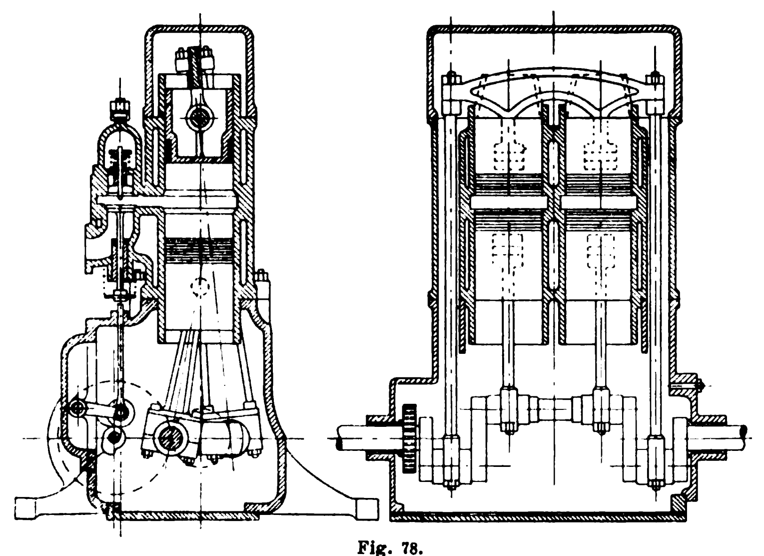


Fig. 78.
Dreikurbeliger Vierkolbenmotor, Bauart Gobron-Brillié.

wie vor seine Richtigkeit, doch ist daraus noch keineswegs die Folgerung zu ziehen, dass nun nicht die Wagenmasse um ihren Schwerpunkt pendelartige Bewegungen ausführen könnte. Dies wird bei zwei unter 180° versetzten Kurbeln thatsächlich geschehen, wie die folgende Ueberlegung zeigt:

Denken wir uns beispielsweise Fig. 71 [1]) als Längsschnitt eines horizontal eingebauten Motors, so wird beim Rückgang der Massen *I II* die linke Wagenseite vorwärts schwingen, während die rechte unter dem Einfluss der hingehenden Massen *III IV* rückwärts schwingt. Beide Impulse addieren sich zu einer Pendelschwingung um den Schwerpunkt, welche bei horizontalem Motor mit zwei Cylindern das sogen. „Schlingern“ des Fahrzeugs verursacht. Bei zwei unter 180° versetzten Kurbeln sind solche Schwingungen nicht zu vermeiden, weshalb die früher erwähnten Konstruktionen Fig. 7, 69, 71, 76 thatsächlich vollkommenen Ausgleich nicht besitzen; die dreikurbeligen Anordnungen Fig. 75 und 77 dagegen lassen vollständiges Gleichgewicht erzielen. Dasselbe gilt von dem dreikurbeligen Vierkolbenmotor, Bauart *Gobron-Brillié* (Fig. 78) (welche übrigens die störende Kreuzkopfführung Fig. 75 vermeidet), und wäre auch möglich bei einem Motor mit zwei genau

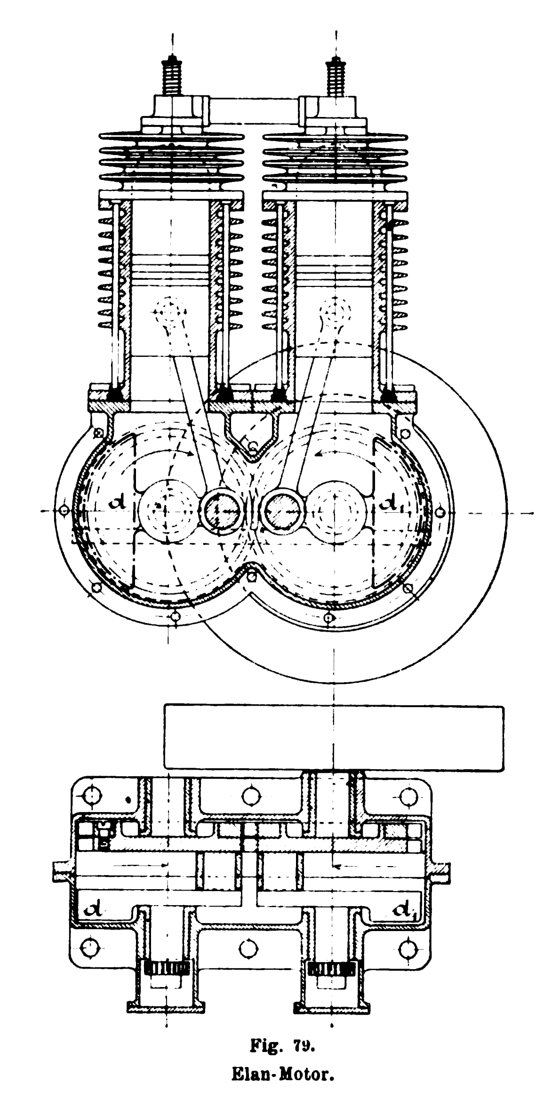


Fig. 79.
Elan-Motor.

gegenüberliegenden Cylindern, wenn die eine Schubstange gegabelt und an zwei gleichgerichtete, die dritte zwischen sich fassende Kurbeln angeschlossen würde.

Ein prinzipieller Fehler dieser Dreikurbelmotoren darf aber nicht verschwiegen werden; dies ist die ungünstige Beanspruchung des Kurbelstückes, welches zweifellos bedeutende elastische Durchbiegungen erfahren und zu Brüchen, jedenfalls zu Klemmungen und erheblichen Reibungsverlusten Veranlassung werden muss. Man betrachte Fig. 77 und insbesondere Fig. 78!

[1]) Diese Figur bietet auch noch insofern Interesse, als sie ein zweites Beispiel für die Reguliermethode Fig. 50 (1900 815 *99) darstellt. Das Volumen der Explosionskammer wird im vorliegenden Fall dadurch verändert, dass die in dem Kurbelkasten verschiebbar (!) gelagerten Cylinder durch einen vom Führersitz bedienten Mechanismus den Kurbeln genähert werden können, wodurch die Kolben näher an den Cylinderboden herantreten.



Auf ganz abweichendem Weg ist ein thatsächlich vollkommener Ausgleich durch die Zweicylinderkonstruktionen Fig. 79 und 80 erzielt worden, und zwar unter Hinzunahme einer zweiten Kurbelwelle mit entgegengesetztem

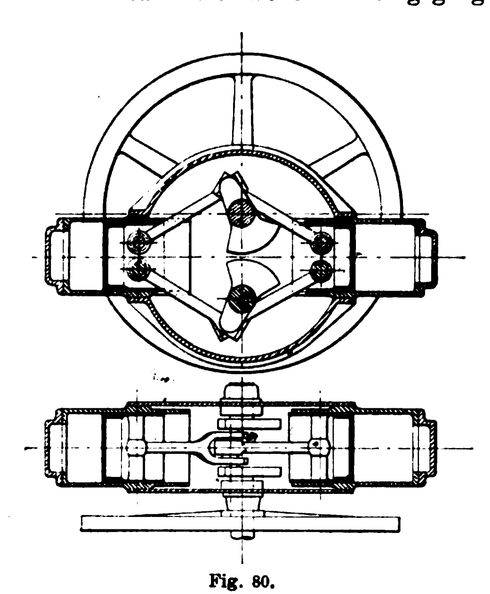


Fig. 80.
Vollkommener Massenausgleich mittels zweier Kurbelwellen.

Drehsinn und je einer Schwungmasse auf jeder Welle. Die gleichlaufenden Kolben werden durch die Schwungmassen ausgeglichen, die dabei neu entstehenden Schwingungen rechtwinklig zur Cylinderachse (vgl. das oben zu Fig. 74 Gesagte), werden nun ihrerseits durch die gegenläufige Anordnung der beiden Massen unter sich gleichfalls vollkommen zum Ausgleich gebracht. Dabei müssen beim Elan-Motor [2]) (Fig. 79) die beiden Wellen durch Zahnräder miteinander gekuppelt werden; das System Fig. 80 vermeidet dies, braucht aber dafür vier Schubstangen, die zweite Welle läuft leer.

Wir sind nicht unbedingt der Ansicht, dass nur das Einfache gut und erstrebenswert sei; doch zeigt die ganze Entwickelung des Maschinenbaues, dass die einfachen Konstruktionen, wenn sie sonst zweckentsprechend sind, unter allen Umständen aus dem Wettbewerb als Sieger hervorgehen. Dies gilt in hervorragendem Masse gerade für den Automobilbau, dessen künftiger erfolgreicher Ausbau davon abhängen wird, ob Konstruktionen gelingen, welche unbedenklich auch Laienhänden anvertraut werden können. Die Vielgliederigkeit des Benzinautomobils mit seinem gesamten Zubehör sollte nicht ohne dringenden Grund vermehrt werden, wie dies bei den im VI. und VII. Kapitel besprochenen Konstruktionen so vielfach der Fall ist; lieber begnüge man sich mit nur teilweisem Ausgleich bei kräftiger, einfacher Konstruktion, also mit einem einzigen oder zwei nebeneinander liegenden Cylindern.

Und jene Ueberlegung gilt nun ganz allgemein: Der rapide Aufschwung des Automobilwesens in gegenwärtiger Zeit führt und verführt zum Ausprobieren neuer Gedanken, deren Zahl weit über das hier Gebrachte hinausgeht; aber die älteren Firmen, die dieses Stadium bereits hinter sich haben, bei denen sich jetzt gerade das Resultat vieljähriger Versuche abklärt, beweisen durch die von ihnen gewählte Bauart die Richtigkeit jener Mahnung, auf möglichste Einfachheit bedacht zu sein. (Fortsetzung folgt.)

[2]) Von der *Société Anonyme d'Automobilisme et de Cyclisme* verwendet (vgl. auch *D. p. J.* 1899 **313** * 109).

Allgemeine Fragen der Technik.

Von Ingenieur **P. K. von Engelmeyer**, Moskau.

(Fortsetzung von S. 85 d. Bd.)

Zur Erfindungsfrage.

H. Meidinger's Werkchen „Vom Erfinden“ (1892) ist schon wegen des Verfassers höchst interessant. An *Meidinger* sehen wir in der That, dass oft eine einzige Erfindung (das galvanische Element) genügt, um einem Namen den Weltruf zu schaffen. Noch etwas anderes entdecken wir: wie *James Watt* (nach einem Brief an seinen Sohn) das Hauptgewicht nicht in die Dampfmaschine, die doch allgemein seinen Namen trägt, sondern in seine Geradeführung legt, und auf die letztere seinen höchsten Anspruch als Erfinder erhebt, so legt auch *Meidinger* weniger Gewicht auf seine Batterie, als auf seinen Füllofen und seine Gefriermaschine. So verschieden ist die Wertschätzung einer Erfindung seitens des Erfinders selber und seitens der Gesellschaft!

Sein Werk hat *Meidinger* anlässlich einer Jubiläumsfeier verfasst, das zu Ehren des Freiherrn *Drais von Sauerbronn* im Jahre 1891 in Karlsruhe stattfand. Das Werk soll beweisen, dass *Drais* kein Erfinder im rechten Sinne des Wortes ist, indem es den Vorgang des Erfindens darstellen und praktische Winke daraus ziehen soll. In die Polemik gegen *Drais* folgen wir dem Verfasser lieber nicht und besprechen nur seine allgemeinen Auslegungen.

Was ist vor allem eine Erfindung? „Eine Erfindung ist etwas, was in der Art der Wirkung, der praktisch verwertbaren Eigenschaften zuvor noch nicht da war“ (S. 24). Diese Worte definieren die Erfindung nach dem Merkmal des Vorhandenseins eines technischen Effektes, welcher zugleich neu sein muss. *Meidinger* legt überhaupt weniger Gewicht auf die Zusammensetzung einer Erfindung, als auf die Wirkung derselben: „Das Thema muss vor allem gefunden werden, das Vielwissen befähigt hierzu noch nicht. Nur selten wird ein Nichterfinder das Thema zu stellen wissen, dasselbe kann nicht von aussen zugetragen werden, es kommt aus dem Inneren des Erfinders selbst heraus“ (S. 24). „Erfindungen auf chemischem Gebiet erfordern das Experiment, das Resultat ist nicht sicher. Neues wird *gefunden*. Erfindungen auf mechanischem Gebiet werden durch reines Nachdenken (?) gemacht, das Resultat ist sicher, wie alles, was sich mathematisch berechnen lässt, wenn auch nicht immer gleich vollkommen; das Versuchen ist auch zumeist nicht erspart, da eben doch nicht immer alles sich von vornherein in genaue Rechnung stellen lässt, aber es wird um so weniger erforderlich, je tiefer das allgemeine positive Wissen des Erfinders ist“ (S. 25). „Erfindungen kann gewissermassen jedermann machen; es sind Gedanken, welche dem sich einstellen, der die Dinge nicht bloss so wie sie sind hinnimmt, sondern über ihre Eigenschaften und ihre Mängel nachzusinnen, der neue Erscheinungen, Erfahrungen, Entdeckungen in ihren Beziehungen zu dem Leben zu erfassen versteht“ (S. 24). „Der Künstler erfindet frei nach Belieben, wie ihm eine Aufgabe gestellt wird, er bedarf nur der Anregung, die eben sowohl von aussen wie aus seinem Inneren kommen kann. Eine gewerbliche Erfindung kann jedoch nicht bestellt werden“ (S. 24). Den letzten Worten können wir nicht beistimmen:

es ist kein Grund vorhanden das spontane Erfinden so grundsätzlich von dem Entwerfen nach einem gegebenen Programm zu trennen. Ebensowenig erscheint es ratsam, das technische von dem künstlerischen Schaffen so scharf zu trennen. Man findet eher einen typischen Vorgang, wenn man im Gegenteil alle Arten des Schaffens im Auge beibehält und sie als Erscheinungen einer Ordnung analysiert.

Auch erscheint es uns schwer, den bezeichneten Gegensatz zwischen den chemischen und den mechanischen Erfindungen anzunehmen. Die chemischen würden nur gefunden? Und die Ausarbeitung der mechanischen Erfindung bedürfe wirklich nur des Lehnstuhles? Zu diesen eigentümlichen Schlussfolgerungen ist *Meidinger* dadurch verleitet worden, dass er, seine eigenen Erfindungen analysierend, den intuitiven Phantasiesprung übersieht. Immerhin ist es von grösstem Interesse zu sehen, wie ein erfahrener und allgemein anerkannter Erfinder sich über das Laboratorium seines Geistes äussert.

Die Geschichte der Erfindung seines Füllofens stellt *Meidinger* als Erläuterung dessen, „wie eine Erfindung als Ergebnis wissenschaftlicher Untersuchung entstehen kann“ (S. 27 und 28): technologische Vorbildung und eine Reihe Experimente über Kochherde und Oefen verschiedener Konstruktion (1866 bis 1869) gingen voraus. Dann kam von aussen die Anregung, einen Ofen zurechtzumachen, der keine lästige strahlende Wärme entwickelt, gut ventiliert und möglichst an Brennstoff spart. „Die Mittel, um diesen Mängeln entgegenzuwirken, waren dem Verfasser bekannt, sie finden sich in dem Artikel der *Badischen Gewerbezeitung* 1867 über Stubenöfen bereits angegeben. So war die Erfindung eines neuen Füllofens sofort gemacht, nachdem die Anregung erfolgte“ (S. 28). So sehr sich *Meidinger* auch bemüht, die äusseren Umstände dieser Erfindung treu wiederzugeben, so übersieht er den inneren Vorgang, den schöpferischen Phantasiesprung, das eigentliche Erfinden, das in ihm sich vollzog und die Lösung der Aufgabe darbot, weil er diese Arbeit nicht fühlte — denn sie geschieht ausserhalb des Bewusstseins. Ferner bemerken wir noch, dass *Meidinger* sich selbst widerspricht: die Anregung, das Thema wurde ihm von aussen hergebracht, und früher sagt er, dies wäre nur möglich bei einer künstlerischen, nicht aber bei einer technischen Schöpfung.

Auch die Gefriermaschine des Verfassers sei entstanden als notwendige Folge der betreffenden Vorkenntnisse. Das Eigentümliche in ihr sei die Verwendung von Eis mit Kochsalz nicht in festem Zustande, sondern als Brei. Bei seinen Versuchen über Eisschränke bemerkte *Meidinger* „als neue wissenschaftliche Thatsache, dass Eis in der Kochsalzlösung schmilzt unter bedeutender Erniedrigung der Temperatur. . . . Die Erkenntnis der neuen Thatsache und die Erfindung der neuen Gefriermaschine gingen fast Hand in Hand“ (S. 29). Abermals wird die Grundfunktion, die schaffende Kombination, mit keinem Worte bedacht.

Nun kommt die Batterie an die Reihe. Diese soll ein Beispiel dessen liefern, „wie Erfindungen wissenschaftlichen Charakters in der bewussten Absicht, etwas Neues, Vollkommenes zu schaffen, gemacht werden“ (S. 30 bis 31). Die Batterie entstand im Jahre 1859. Die Anregung kam wieder von aussen: der dauernde Betrieb einer elektrischen Pendeluhr wurde angestrebt, zu welchem Behufe alle damals bekannten Batterien nicht konstant genug wirkten. „Anknüpfend an das Vorhandene wurden dann verschiedene Abänderungen versucht und nach mehr als jahrelangen Bemühungen nach verschiedenen Richtungen wurden die Modifikationen des *Daniell*'schen Prinzips aufgefunden, welche als *Meidinger*'sche Batterie allgemein bekannt und insbesondere in der Telegraphie zu grosser Anwendung gelangt ist“ (S. 30). Dabei verweist der Verfasser auf *Pogg. Ann. d. Phys.* 1859 Bd. 108, S. 102 und *D. p. J.* 1876 **219** 63 und **220** 271. „Die galvanische Batterie ging aus einem praktischen Bedürfnisse hervor; in der Ueberzeugung, dass für den besonderen Zweck etwas Vollkommeneres geschaffen werden könne, als das Bestehende, ging man auf die wissenschaftliche Suche und der Lohn blieb nicht aus, wie in den meisten ähnlichen Fällen, wo eine an sich mögliche Sache mit Verständnis und Ausdauer erstrebt wird“ (S. 32).

Alsdann kommt *Meidinger* auf den Unterschied zwischen Erfindung und Entdeckung. Die Thätigkeit der Gelehrten ist „nur auf das Erkennbare, nicht auf das Verwertbare gerichtet; wenn dieselben auch vieles Neue *finden*, so *erfinden* sie jedoch sehr wenig, sie stehen der Praxis zu ferne“ (S. 33). Als Beleg dafür wird der Unterschied zwischen *Gramme* und *Pacinotti* erörtert. „Eine Priorität müssen wir *Pacinotti* zuerkennen, doch aber nicht mehr als die des Gedankens.“ „*Pacinotti* hatte keine Ahnung von der latenten Bedeutung seiner Maschine, er begnügte sich damit, sie veröffentlicht zu haben; sie war ihm eben nur wissenschaftliches Instrument.“ „Sie musste in der That zum zweitenmal erfunden und durch energische geschäftliche Anstrengungen der Welt vorgeführt werden, ehe sie Anerkennung und praktische Verwertung fand. Auch ohne *Pacinotti* würden wir heute genau so weit in der Entwickelung der Elektrotechnik gekommen sein, ob ohne *Gramme*, das ist sehr zweifelhaft“ (S. 36).

Meidinger betont auch die Notwendigkeit des Fleisses und des Ausdauers, und fügt hinzu, „dass nicht die Begabung allein, sondern nur ihre Paarung mit harter Arbeit von Jugend auf die Grundlage genialer Erfindungen und eines damit zu erzielenden Erfolges sein kann“ (S. 46). In der Fussnote steht noch die Bemerkung, dass man an jenen Erfindungen, die eine sehr einfache Form zu haben scheinen (z. B. der elektrischen Glühlampe), das Werden nicht ansieht, warum sie vielen als „reine Gedankenblitze aus bequemer Ruhelage“ erscheinen (S. 46). In der That lässt sich diese Thatsache nicht genug wiederholen, um ein richtiges Licht auf das zu werfen, was *Meidinger* „*Laienerfindungen*“ nennt.

Die Verwertung der Erfindungen besprechend, hebt *Meidinger* die wichtige Frage hervor, die sich bei jeder Erfindung stellt: ob die Erfindung zeitgemäss erscheint? „So erscheint z. B. die Idee, in unseren Tagen das Handspinnrad noch verbessern zu wollen, eine recht unzeitgemässe — es ist dafür zu spät“ (S. 50). Ebenso wichtig ist die Frage über die örtlichen Verhältnisse: „So würde es sich z. B. kaum empfehlen, in England, wo offene Kaminfeuerung allgemein üblich ist, ein Patent auf einen der bei uns üblichen Oefen zu nehmen, oder in Russland, in Schweden, wo man fast nur Holz brennt, ein Patent auf einen Steinkohlenofen“ u. s. w. (S. 52).

Meidinger unterscheidet drei Arten von Erfindungen: 1. ein Verfahren zur Herstellung eines Gegenstandes (Ware); 2. ein Gegenstand bekannter Verwendung in vervollkommneter Ausführung; 3. ein ganz neuer Gegenstand, für dessen Verwendung erst das Bedürfnis geweckt werden muss (S. 53).

Diese Klassifikation kann nur gerechtfertigt werden, wenn man den Augenmerk auf die Ausnutzung der fertigen Erfindung richtet. In der Ausarbeitung hingegen fallen die zweite und die dritte Klasse in eins zusammen. Ferner wird gesagt, dass die Verwertung der mechanischen Erfindungen schwieriger ist, als die der chemischen (S. 54). Den Absatz berührend, wird darauf hingewiesen, dass der neue Artikel die Konkurrenz der alten ähnlicher Art zu bekämpfen hat (S. 55), und dabei die handelsmännischen Kunstgriffe besprochen. Der Füllofen des Verfassers liefert hier ein Beispiel dessen, wie stark scheinbar nebensächliche Umstände die Verbreitung auch eminent praktischer Erfindungen hemmen. Im weiteren wird wieder auf den wichtigen Punkt hingewiesen, dass sich der Wert einer Erfindung von vornherein nur schwer festsetzen lässt (S. 60). Zuletzt wird als Beispiel dafür, „wie wertvolle Erfindungen ihrem Urheber nicht den entsprechenden Lohn tragen, wenn er sie nicht aus eigenen Kräften nach jeder Richtung zu entwickeln vermag“ (S. 62), die Geschichte des (1843) vom Mechaniker *F. G. Keller* erfundenen „Holzstoff“ für Papierfabrikation wiedergegeben. „Die Lektüre einer Schrift über die Herstellung des Papiers, worin dem Bedürfnis nach einem Surrogat für die immer teuerer werdenden Hadern Ausdruck gegeben wurde und die Beobachtung des Baues der Wespennester aus zernagten Holzfäserchen führten ihn auf die Verwendung des geschliffenen Holzes“ (S. 62). An dieses Beispiel darf man die Bemerkung knüpfen (was *Meidinger* nicht thut), dass somit der Holzstoff einen Beleg dafür liefert, dass es doch jemand



gelingen kann, eine eminent praktische Erfindung zu Tage zu fördern, der eigentlich der Spezialität ferne steht, obgleich allerdings solche Einzelfälle nur Ausnahmen bilden und deren Seltenheit nur die umgekehrte Regel bestätigt.

E. Hartig's tiefsinnige *„Studien in der Praxis des kaiserl. Patentamtes“* (1890) sind für die Lehre von der mechanischen Erfindung ein ebenso klassisches Werk, wie das vorher besprochene von *Witt* für die Lehre von der chemischen. Das Werk von *Hartig* enthält noch mehr: es entwickelt auch noch die Grundansicht einer Maschinenlehre, die wir als die technologische genannt und bereits früher besprochen haben (*D. p. J.* 1899 **312** 2). Im ersten Abschnitt, den „technologischen Vorstudien“, finden wir noch den Vorschlag, an einem neuen Wissenszweig „der Technologik“ thätig zu sein. Auf diesen Vorschlag haben wir ebenfalls schon hingewiesen (*D. p. J.* 1899 **311** 22), und werden wir demselben hier eine grössere Aufmerksamkeit widmen. Das ganze Werk dürfte man eine Vorstudie der Technologik nennen, denn dieser Meister der mechanischen Technologie macht darin zuerst den Versuch, die Denkweise der formellen Logik auf das technische Fach auszubreiten. Der Leser dieses ausgezeichneten Buches muss aber nicht vergessen, dass es nicht in Einem niedergeschrieben, sondern eine Reihe von Studien zusammenbringt, in denen allerdings ein Plan unverkennbar ist.

Der Rechtsschutz des geistigen Eigentums des Erfinders ist notwendigerweise grundverschieden von dem Schutze des materiellen Eigentums. „Die gänzlich heterogene Natur der beiden hier in Vergleich gesetzten Rechtsobjekte ergibt sich auch aus anderweiten Erwägungen. Ein materielles Gut, z. B. ein Grundstück, kann aus dem Besitze vieler, aus dem Allgemeinbesitz, in das Privateigentum, in den gesetzlich gesicherten Besitz einzelner übergehen, eine Geistesschöpfung nicht; diese lässt nur die Uebertragung in entgegengesetzter Richtung zu; der einzelne, der Erfinder, hat sie zuerst und allein; er könnte sie für sich behalten; er kann sie aber auch in den Allgemeinbesitz abliefern. Und damit er das nicht unterlasse, räumen wir ihm mittels des Patentschutzes ein zeitweiliges Vorrecht ein“ (S. 129). Der Unterschied zwischen einem Sachgut und einer Erfindung interessiert uns hier nicht aus Rechtsgründen, sondern durch den Umstand, dass er *Hartig* zu der Technologik führte. „Man kann bei sachlichen Gütern sich mit blossen Anschauungen und Sinneseindrücken begnügen, mit Zahl, Mass und Gewicht der Stücke, man kann hier inventarisieren und katalogisieren, ohne über Namen, Titel und Zeichen hinauszukommen.... Anders bei immateriellen, der Tiefe des Menschengeistes entstammenden Gütern und den darauf stützenden Rechten, den Urheberrechten, deren eigentlicher Kern nicht mit jenen körperlichen Dingen verwechselt werden darf, durch welche er zunächst auf unsere Sinne wirkt; hier kann nur die Erkenntnis mittels der Geisteskräfte in Frage kommen; hier müssen aus dem angestrebten Zwecke, der vermittelten Wirkungsweise und den herbeigezogenen körperlichen Hilfsmitteln diejenigen Bestimmungen herausgehoben und zusammengedacht werden, welche erforderlich und zureichend zugleich sind, um für jeden normal gereiften Menschengeist den richtigen Begriff der neuen Schöpfung, z. B. einer neuen Erfindung zu liefern“ (S. 171). „Materielle Güter werden gezählt, gemessen und gewogen, immaterielle Güter werden definiert“ (S. 172). „Nur das technologisch sicher definierbare Neue kann in geordnete Verwaltung genommen werden“ (S. 149).

Wir schreiten nun zu dem so wichtigen Unterschiede zwischen Erfindung und Konstruktion. Die veränderte Konstruktion einer Erfindung macht noch keine neue Erfindung. „Gedächte jemand die Maschine in anderen Dimensionen oder in veränderten Grössenverhältnissen zu bauen, ohne die Natur des Arbeitsprozesses zu verändern, so würde gleichfalls jeder Unbefangene eine Rechtsverletzung erkennen, denn auch das Variieren von Abmessungen ist ein dem Konstrukteur geläufiges Thun. Ja auch Gestaltsveränderungen der einzelnen Bestandteile, Substitution einzelner Mechanismen durch andere in der Technik bekannte Getriebe (der sogen. „Aequivalente“ in der Sprache des amerikanischen Patentwesens) würde uns noch nicht ausserhalb der gerechterweise zu ziehenden Grenzen des Erfindungseigentums versetzen“ (S. 157, 158). Die Hauptsache ist der Arbeitsprozess. „Dieser Arbeitsprozess stellt ein dem Geiste wohl Erkennbares dar, das nach seiner eigensten Natur durchaus homogen ist mit menschlichem Thun, das in der Wirklichkeit einerseits an die körperlichen Bestandteile der Maschine, andererseits an das in der Herstellung begriffene Werkstück geknüpft ist, das zu lückenloser Vorstellung jedoch nur mittels einer Denkhandlung gebracht werden kann. Es repräsentiert die in die Körperwelt versetzte, praktisch erprobte, ihrer Natur nach aber nicht körperliche Konzeption des Erfinders“ (S. 158, 159). „Von allen Irrwegen, welche bei der praktischen Durchführung des Erfindungsschutzes und einer geordneten Patentverwaltung den hieran Beteiligten sich darbieten, ist für den Bereich der mechanischen Technik die beschränkte Auffassung der Werkzeuge, Maschinen und anderen mechanischen Gebilde nach dem nur sinnlichen Eindrucke, den sie im Stillstande gewähren, einer der verhängnisvollsten“ (S. 136). „Diese körperlichen Mittel sind für den technischen Erfinder nichts anderes, als für den Schriftsteller die Buchstaben und Worte, hinter deren Reihen erst die Vorstellungen, die Begriffe, die Charaktere und ihre Handlungen im Geiste des Hörers und Lesers auftauchen“ (S. 132).

„Es ist Aufgabe der Technologik, eine zutreffende Ausbildung dieses Begriffes der Werkerzeugung, also des vom Erfinder gewollten Thuns der Maschine zu bewirken.... Was würde nun näher liegen, als diesen Prozess der Werkerzeugung des als neu vorausgesetzten faktischen Zusammenspieles der Maschinenwerkzeuge mit den Werkstücken selbst zum Gegenstande des Rechtsschutzes zu machen?“ (S. 160).

Hartig unterscheidet noch zwischen Begriff und Programm einer Erfindung. „Das Programm definiert eine noch ausstehende Erfindung nur aus dem Zwecke, welcher erreicht werden soll; der zur Aufstellung des Patentanspruches geeignete Begriff aber definiert eine schon gemachte Erfindung zugleich aus den materiellen und immateriellen Mitteln, durch welche der Zweck wirklich erreicht wird, von denen jedoch nach einer aus dem Rechtsgefühl erlangten Anleitung nur ein Teil hervorgehoben, der andere fallen zu lassen ist“ (S. 199).

Sämtliche Erfindungen (ob mechanisch, ob chemisch) teilt *Hartig* in folgende sechs Klassen ein:

1. Ein Verfahren, welches mit schon bekannten Arbeitsmitteln durchführbar ist.
2. Ein körperliches Arbeitsmittel (ein Werkzeug, ein Gerät, eine Waffe, ein Instrument, eine Maschine).
3. Ein körperliches Arbeitserzeugnis, ein Fabrikat, eine Ware.
4. Ein Verfahren mit zugehörigen, zu seiner Ausführung erforderlichen neuen Arbeitsmitteln.
5. Ein Verfahren nebst dem durch dasselbe erlangten neuen Erzeugnis.
6. Ein neues Verfahren, einschliesslich neuer dazu erforderlicher Arbeitsmittel und einschliesslich auch des hiermit erzielten neuen Fabrikates.

Will man aber die Zahl der Arten auf ein Minimum zurückführen, so bilden für *Hartig* ein solches die ersten drei Arten. Den Begriff der Erfindung definiert *Hartig* folgendermassen:

> „Erfindung ist Lösung eines technischen Problems, die nach ihrem technologischen Begriff neu und nach Art ihrer Verwirklichung in mindestens einer Ausführungsform vollständig dargelegt ist“ (S. 49).

Folgen wir nun *Hartig* in seiner Darstellung des typischen Verlaufes der technischen Erfindung: „Aus dem tagtäglichen Verlauf der Dinge .... ergibt sich ein Mangel, eine Schwierigkeit, ein Uebelstand, dessen Beseitigung erwünscht ist; damit ersteht das technische Problem. Es gilt uns gleich, ob dasselbe von welterschütternder Bedeutung oder nur geringfügig erscheint. Auch das Kleine wird wichtig, wenn es nur viele Menschen interessiert.... Das zweite Stadium im Entwickelungslaufe einer Erfindung ist das der Ideen, der Projekte, der Versuche. Viele sind berufen, aber wenige auserwählt. Nur wer mit Ausdauer seinen Geist auf ein Ziel zu richten weiss, wer die Wissen-

schaft seines Faches beherrscht, wer in der Verwirklichung des Gedachten, in der Ueberführung eines Begriffes in der Wirklichkeit Uebung und Sicherheit erworben hat, findet — erfindet die praktisch mögliche Lösung. . . . Die vollständige Darlegung mindestens einer konkreten Ausführungsform ist hierbei unentbehrlich, damit der Nachweis geführt sei von der wirklichen Vollendung, von der gewiss einmal erfolgten praktischen Durchführung der Erfindung" (S. 131, 132).

Beim Nachdenken über diese Einteilung erschien sie mir als nicht definitiv: in der Ausführung eines auch gegebenen Programms treten ins Spiel zwei grundverschiedene Anlagen, die getrennt werden wollen, das Wissen und das Können. So entstand meine dreiaktige Theorie des Schaffens (*D. p. J.* 1899 **312** 130, 145; **313** 17, 65), die in der vollständigen Erfindung drei Faktoren hervorhebt: das Wollen, das Wissen und das Können, oder auch: die Intuition, die Reflexion und die Fertigkeit, oder auch: das schaffende Vermögen, die Kenntnis des von anderen Geschaffenen und die gewerbsmässige Routine in der Anwendung des letzteren an die Anforderungen des ersteren. Nach dem Dreiakt schafft der erste Erfinder, aber auch jede partielle Verbesserung einer bestehenden Erfindung muss denselben durchlaufen.

In der allgemeinen Evolution der technischen Gebilde, insbesondere der Werkzeuge, will *Hartig* die Wirkung eines Gesetzes erkennen, den er „Gebrauchswechsel" nennt, und nicht nur an Handwerkszeugen, sondern auch an Maschinen wahrzunehmen glaubt (vgl. S. 28 u. ff., sodann S. 79 und 214). Das Gesetz selber formuliert *Hartig* wie folgt: „Sobald erst der Mensch sich zu einem gewissen Zwecke, zu einer gewissen mechanischen Umgestaltung seiner körperlichen Umgebung eines gefundenen Werkzeuges (Urwerkzeuges) bemächtigt hatte, machte er sich nach und nach durch ein tastendes Versuchen andere Gebrauchsweisen, deren dieses Urwerkzeug fähig war, zu eigen und durch hierbei gewonnene Erkenntnis des Erfolges und schrittweise Anpassung des Werkzeuges an jede dieser Gebrauchsweisen setzte er sich mit der Zeit in den bleibenden Besitz einer grösseren Zahl selbst gefertigter Werkzeuge" (S. 33). Dieses Prinzip könnte höchstens dazu dienen, das unabsehbare Gebiet der Arbeitsmittel in gewisse Familien einzuteilen. Eine solche Familie finden wir bei *Hartig:* „Die messer-, meissel- und axtförmigen Werkzeuge, die Scheren und Durchschnitte, die Sägen, die Schaber und Hobel, die Bohrer und Fräsen, die Drechslerwerkzeuge und Schraubenschneidezeuge" (S. 34). Was aber den inneren Zusammenhang der Glieder solcher Familien und besonders die Entstehung derselben betrifft, so gibt hierüber das Prinzip des Gebrauchswechsels wenig Aufschluss, indem es etwa wie *Kapp*'s Organprojektion höchstens in der Kindheit der Technik anwendbar erscheint. *Hartig* selbst scheint dies gefühlt zu haben, denn er sagt: „Am stärksten zeigt sich die natürliche menschliche Neigung zum Gebrauchswechsel wohl bei den Kindern; das Spielen derselben ist nichts als variierter Gebrauchswechsel . . . . und je lebhafter wir uns beim Lesen dieses Buches (*Robinson Crusoe*) in eine Art Urzustand des Menschen zurückgeträumt hatten, in welchem derselbe nach einem Ausdrucke *Franklin*'s mit der Säge bohren und mit dem Bohrer sägen durfte, um so härter musste uns dann wohl unsere Lehrzeit mit dem Ueberfluss von Handwerkszeug und ihrer Strafwürdigkeit des Gebrauchswechsels ankommen!" (S. 41). In der Kindheit der Technik und auch jedes ihrer Zweige (denken wir uns nur die Elektrotechnik der 70er und 80er Jahre) sehen wir in der That eine Fülle Arbeitsmittel entstehen, die unter anderem auch dem Gebrauchswechsel ihr Dasein verdanken. Bald aber führt der Gebrauch eine Auslese herein: eine Unmasse Gestalten verschwindet, nur wenige erweisen sich praktisch. Die Anwendbarkeit dieser erfährt eine immer engere und schärfere Umgrenzung, und der Gebrauchswechsel schwindet mehr und mehr mit dem Reifwerden der betreffenden Technik, bis es in den hoch entwickelten Zweigen gar zur „Strafwürdigkeit des Gebrauchswechsels" kommt. Es ist dies nichts anderes, als das allgemeinste Gesetz, das *H. Spencer* in aller Evolution hervorgehoben. Nach *Spencer* besteht jede Evolution in dem Uebergange von einer ununterschiedenen und labilen Gleichförmigkeit zu einer differenzierten und stabilen Mannigfaltigkeit. Ich hoffe einmal auf dieses Gesetz näher zurückzukommen und dessen Kundgebung in der Evolution der Technik klarzulegen.

Wir kehren aber zu *Hartig* zurück, speziell zu seiner Technologik. Es ist zu bedauern, dass *Hartig* nirgends sagt, was er eigentlich unter Technologik versteht. Er gebraucht dies Wort einfach als etwas Bekanntes. Ich bin aber zu der Annahme berechtigt, dass seine „Studien" insgesamt eine Vorarbeit zu jener Disziplin bilden. Obwohl nun das, was ich noch über die Technologik zu sagen gedenke, sich auf *Hartig*'s Aeusserungen mehr oder minder stützt, so darf ich ihm doch die Verantwortlichkeit hierüber durchaus nicht aufbürden.

Die Technik entspriesst der praktischen Empirie. Im Handwerk lässt sich alles gut mit Worten bezeichnen. Das technische Feld erweitert sich aber und die technischen Fäden verflechten sich mit den anderen im grossen Gewebe des gesellschaftlichen Lebens: mit der Wissenschaft, der Kunst, dem Recht u. s. w. Die Wechselwirkung zwischen Technik und Recht gestaltet sich zum Patentwesen. Ganz empirisch entstehen hier Fragen, die indes nur auf theoretischem Wege derart gelöst werden können, dass die Lösung in jedem Einzelfalle für alle Beteiligten eine logische Notwendigkeit besitzt. Diese Aufgabe kann nur gelöst werden, indem man das, was in der Technik empirisch aufgekommen und technologisch geordnet, logisch und diskursiv, d. i. in Gedanke und Wort einfasst, so dass Begriffe entstehen, die nach beiden Seiten hin, nach der technologischen und nach der logischen, sachgemäss, bestimmt und handlich erscheinen. In der Wirklichkeit soll diese Arbeit noch erst begonnen werden, und *Hartig* gebührt das Verdienst, darauf hingewiesen zu haben. Das ist aber keine leichte Arbeit, auch keine bald verrichtete, denn „die Technik schreitet der Sprachbildung voraus" (S. 201). Folgen wir nun *Hartig* in der Aufzeichnung einiger Aufgaben, die sich der Technologik aufstellen.

Der allgemeinste Fall einer technischen Arbeit umfasst fünf substantivische Begriffe: „Rohstoff, Erzeugnis, Arbeiter, Werkzeug, Werkstatt," welche „mit dem verbalen Begriff des Verfahrens eine Einheit, eine geschlossene Begriffsgruppe ausmachen. . . ." „Es ist die Aufgabe der Technologik, die Beziehungen dieser fünf substantivischen Begriffe unter sich und zu dem verbalen Begriffe des Verfahrens in jedem einzelnen Falle näher zu erörtern" (S. 46). „Für die technologischen Untersuchungen kommt am häufigsten das Verhältnis des verbalen Begriffs „Verfahren" zu dem substantivischen Begriff „Werkzeug" in Frage, daher es sich empfiehlt, für dasselbe eine besondere Bezeichnung einzuführen, weil dasselbe offenbar nicht mit dem Verhältnis der logischen Unterordnung (von Genus zu Spezies) verwechselt werden darf; es wird hierfür — entsprechend dem hier nicht zu verlassenden engeren Gebiet der Technik — die Ausdrucksweise ‚technische Zugehörigkeit' vorgeschlagen" (S. 47). „Abänderungen des zur Ausübung eines gewissen Verfahrens dienenden Werkzeuges, welche nicht über den Begriff dieses Verfahrens hinausführen, nennen wir Konstruktionen, solche Abänderungen jedoch, welche ein begrifflich neues Verfahren begründen, erkennen wir als technische Erfindungen an" (S. 47, 48). Die Technologik hat die Aufgabe, die technische Zugehörigkeit mit der logischen Unterordnung in Einklang zu bringen.

Vor allem stösst man auf die Schwierigkeit eines doppelten Wesens der technischen Erfindung. Sie erscheint zuerst als ein Gegenstand, kann beschrieben und katalogisiert werden. Eine solche Beschreibung gibt indes nicht das einheitliche Objekt einer Erfindung, welches in der Lösung eines bestimmten Problems besteht. In dem müssen wir *Hartig* beistimmen, „dass eine dem Geiste entstammende, die Lösung eines bestimmten Problems bewirkende Schöpfung doch zunächst eine begrifflich einheitliche Auffassung vertragen muss, welcher auch eine eindeutige sprachliche Formulierung, eine technologische Definition entspricht" (S. 146); dass ferner „der Gegenstand einer technischen Erfindung für die patentrechtliche Behandlung immer die begriffliche Auffassung fordert, durch die nur anschauliche Auffassung nicht erschöpft werden kann" (S. 212). „Um

den Gegenstand einer neuen Erfindung fehlerfrei definieren zu können, ist nicht mehr erforderlich, als dass der Erfinder sich darüber entscheide, welchem Gattungsbegriffe seine Schöpfung untergeordnet werden soll, und dass er sich darüber klar werde, welche bestimmenden Merkmale für dieselbe als neu und als notwendig zugleich zu erachten sind" (S. 213).

Der Begriff einer Erfindung liegt zwischen Prinzip und Ausführungsform. Das Prinzip allein ist zu allgemein, die einzelne Ausführungsform, nur anschaulich erfasst, ist zu konkret (vgl. S. 230). *Hartig* geht nicht weiter. Stützen wir uns aber auf die dreiaktige Theorie, so sind wir im stande, den richtigen Punkt anzugeben, wo eben der Begriff zwischen dem Prinzip und der Ausführungsform zu stehen kommt: Das Prinzip ist das Ergebnis des ersten Aktes, der Begriff des zweiten und die Ausführung des dritten. Soll die vorgeschlagene Disziplin, die Technologik, eine Ausbildung erfahren, so wird sie voraussichtlich die dreiaktige Theorie in sich aufnehmen.

Hartig legt ein grosses Gewicht auf den Unterschied zwischen verbalen und substantivischen Begriffen und äussert unter anderem folgende Meinung: „Die formale Denklehre hat ihrerseits — soweit dem Verfasser bekannt geworden — diese Beziehungen, also die gegenseitige Abhängigkeit der substantivischen von den verbalen Begriffen zur Zeit noch nicht fertig ausgebildet, wie etwa die Abhängigkeit substantivischer Begriffe unter sich oder verbaler Begriffe unter sich; der Grund hierfür mag darin zu finden sein, dass diese Wissenschaft die Herbeiziehung von Beobachtungsmaterial aus der Technik, aus dem umfassenden Gebiet des menschlichen Thuns, in welchem menschliches Denken und menschliches Sprechen seine eigentliche Wurzel hat, bisher fast gänzlich versäumte" (S. 234).

Mit dieser bedeutungsschweren Mahnung an die formale Logik scheiden wir von *Hartig*. Jedoch unwillig! Seine „Studien" enthalten eine ganze Menge Wegweiser für die zukünftige logische und juristische Behandlung der technischen Leistungen. Mag wohl die Technologik zunächst ihre Berechtigung in dem Nutzen finden, den aus derselben die rechtliche Verwaltung der Urheberrechte ziehen, so wird sie auch für die theoretische Weiterbildung der Technologie selber mit der Zeit gar unentbehrlich werden. Dass dabei auch die formale Logik in sich selber neue Bahnen erschliessen wird, glaube ich mit *Hartig* um so leichter, als ich der Ueberzeugung bin, dass auch die Psychologie für sich einen grossen Nutzen ziehen wird, wenn sie sich dereinst der Untersuchung des technischen Schaffens zuwenden wird. Für jede denkende Analyse bietet die Technik den grossen Vorteil, dass in ihr Prinzipien, Ideen und Begriffe durchweg ihre sachliche Korrelate haben, und dass die Uebereinstimmung, die jedesmal zwischen Idee und deren Ausführung herrscht, in Mass und Zahl ausgedrückt werden kann.

Die unmittelbare Durchführung der meisten von *Hartig* entwickelten Prinzipien und deren Anwendung an die Patentpraxis finden wir in dem Werke von *W. Stercken: „Erlangung und Sicherung eines deutschen Patentes"* (1892), in spezieller Anpassung an das neue deutsche Patentgesetz. Das Buch soll nur eine Handführung für die Praxis sein. Darum sind prinzipielle Fragen nur im minimalen Umfange berührt. So bleibt z. B., im Einklange mit dem Patentgesetz, die Frage „was ist eine Erfindung?" unerörtert. Die Frage scheint in der That der Praxis fern zu stehen. Das ist aber nicht der Fall, und an *Stercken* sehen wir dies: indem er gleich zu den gesetzlichen Anforderungen auf Verwertbarkeit und Neuheit übergeht, sagt er: „Liegt ein Verstoss gegen die Naturgesetze nicht vor, so ist die Erfindung als gewerblich verwertbar anzusehen" (S. 5). Wäre die Erfindung definiert, wäre auch dieser Satz präzis. Das ist er aber nicht und umfasst bedeutend mehr, als die Erfindungen: alle naturwissenschaftlichen Entdeckungen, alle Methoden, z. B. die Differentialrechnung, ferner architektonische Bauten, Kunstwerke, wenn sie nur kein Absurdum bergen. Das sagen wir allerdings nur beiläufig, um zu zeigen, dass auch in einer rein praktischen Zwecken gewidmeten Schrift der Mangel an theoretischer Formulierung sich rächen kann. Der hervorgehobene Mangel liegt aber dem Gesetze inne, und *Stercken* ist bloss dessen Kommentator. Was nun folgt, erkennen wir als eine Abkürzung und Durchführung der *Hartig*'schen Ansicht.

„Eine einfache Ueberlegung ergibt nun, dass ein Patent bezw. dessen Anspruch einen um so grösseren Umfang, als auch einen um so höheren rechtlichen Wert hat, je weniger Merkmale der Anspruch für die Erfindung, welche Gegenstand des Patentes werden soll, feststellt; denn um so grösser wird die Wahrscheinlichkeit, dass spätere Erfindungen diese Merkmale besitzen, also in den Bereich des Patentes treten. Hieraus ergibt sich, dass der Patentanspruch die Neuheit der Erfindung auf möglichst wenig Merkmale gründen soll" (S. 18). Hierauf wird erläutert, dass in einer gegebenen Erfindung nicht alle Teile derselben (körperliche Teile bei greifbaren Gegenständen und zeitliche Vorgänge bei Verfahren) für die Bestimmung der Erfindung wesentlich sind: „Für die Definition der Erfindung kommen also nur diejenigen Bestandteile in Betracht, welche unentbehrlich sind, und die durch keine anderen Bestandteile ersetzt werden können. Diese Bestandteile sind die bestimmenden Merkmale der Erfindung" (S. 19). „Die aus dem Gattungsbegriff und den bestimmenden Merkmalen bestehende Definition der Erfindung muss .... unter allen Umständen erkennen lassen, wodurch sie sich von bereits Bestehendem unterscheidet, und ob später Erfundenes in ihren Bereich tritt" (S. 20).

Stercken unterscheidet nur zwei Gruppen von Erfindungen: die Verfahren und die körperlichen Gegenstände. „Ein auf ein Verfahren bezüglicher Anspruch braucht unter Umständen gar keinen Bezug auf maschinelle Einrichtungen zu nehmen.... Es ist deshalb die Erfindung stets darauf zu prüfen, ob sie ein neues Verfahren umschliesst, in welchem Falle der Patentanspruch unbedingt auf dieses gerichtet werden muss, damit die Erfindung thatsächlichen Schutz geniesst" (S. 21, 22). Hernach berichtet *Stercken* über die wichtige Frage von der Einheitlichkeit einer Erfindung, die viele Teile enthält. „Es ist richtig, dass, wenn jemand ein Verfahren zur Herstellung eines bestimmten Erzeugnisses und ein Arbeitsmittel zur Ausführung dieses Verfahrens erfunden hat, sowohl das Verfahren als auch das Arbeitsmittel als in den Rahmen der einen Erfindung fallend erachtet werden, so müssen auch beide durch ein einziges Patent geschützt werden können.... Der auf das Arbeitsmittel bezügliche Patentanspruch muss deshalb zu dem ersten, dem Hauptpatentanspruch, welches das Verfahren feststellt, im Verhältnis der technischen Zugehörigkeit stehen" (S. 23). Im weiteren enthält die Schrift eine lange Reihe Beschreibungen von Erfindungen, die teils richtig, teils mit Absicht falsch verfasst worden sind. Für den Praktiker bietet dieser Teil ein besonderes Interesse. In unserer theoretischen Umschau gehen wir aber an demselben vorüber.

Was für die Philosophie der Technik das Unterrichtswesen, ist für die Theorie der Erfindung das Patentwesen: beide schlagen heutigen Tages die Brücke von der unmittelbaren Praxis zu der noch vor kurzem einsam gestandenen Höhe der Theorie, des abstrakten, philosophischen Denkens. Und darin erkennen wir noch eine Einwirkung der so rasch emporgeschwungenen technischen Hochschule, welche zugleich, und wahrscheinlich schon in der nächsten Zukunft, ein versöhnendes gemeinschaftliches Arbeitsfeld für die technische und die allgemeine Hochschule erschliessen wird. Welche wissenschaftliche Horizonte, welche Einwirkungen auf das praktische Leben sich dabei eröffnen werden, davon können wir uns vorerst kein bestimmtes Bild machen.

(Fortsetzung folgt.)

Roney's Dampfkesselheizung mit mechanischer Beschickung.

Bekanntermassen schreibt man den mit mechanischer Beschickung versehenen Dampfkesselheizanlagen eine ganze Reihe von Vorzügen zu, von denen allerdings manche lediglich dem einen oder anderen Konstruktionssystem wirklich nachgerühmt werden dürfen; für alle Fälle steht es aber ausser Frage, dass die genannten Einrichtungen im allgemeinen geeignet sind, eine wertvolle Gleichmässigkeit in der Dampferzeugung bezw. im Dampfdrucke erzielen zu lassen. Soll eine solche Heizanlage mit mechanischer Beschickung ihrem Zwecke vollkommen entsprechen, so muss sie fürs erste mit der äussersten Einfachheit der Konstruktion und des Betriebes leichte Zugängigkeit und unverwüstliche Dauerhaftigkeit verbinden; ferner muss sie rauchverzehrend wirken, wirtschaftlich sein, d. h. nur geringen Aufwand von Brennmaterial erfordern und es schliesslich zulassen, jede beliebige Kohlengattung in Verwendung zu bringen. Wie bereits angedeutet, entsprechen die bisher erfundenen zahlreichen Systeme mehr oder minder den soeben angeführten Anforderungen, allein diejenigen, welche in allen Punkten Genüge leisten, sind doch nur selten. Zu den letzteren zählt nach *Le Génie civil* (vgl. Bd. 37 S. 155) eine neue *Roney*'sche Heizeinrichtung, die namentlich in den Vereinigten Staaten von Nordamerika grosse Verbreitung gefunden hat.

Die nähere Anordnung dieser in der That verhältnismässig einfachen Einrichtung lässt sich aus der perspektivischen Ansicht (Fig. 1) und dem senkrechten Querschnitte (Fig. 2) leicht ersehen. Aus dem Trichter A gelangen die Kohlen auf einen Treppenrost B, der gegen die Horizontale eine Neigung von 37° besitzt und zu unterst in einem Kippherde C endigt, der dazu dient, die Asche und Schlacken aufzunehmen und deren Beseitigung zu ermöglichen. Der in der Regel von einer höher gelegenen Sturzbrücke direkt aus den Zufuhrkohlenhunten in den Trichter A herabgestürzte Brennstoff wird mit Hilfe des beweglichen Bodenstückes D nach dem Roste befördert. Das Bodenstück D erhält nämlich eine hin und her gehende Bewegung mit Hilfe einer daran angebrachten Zahnstange, die in ein gezahntes Segment eingreift, das durch den Kurbelarm E vor und zurück gedreht wird. Auch die Stäbe R des Rostes B sind beweglich und zwar drehen sie sich aus der wagerechten Lage in eine zweite Endstellung, welche einer Neigung von 30° entspricht und aus der sie wieder in die horizontale zurückkehren. Diese wiegende Bewegung bewirkt der gezahnte Schieber G, der in seiner schrägen Lage durch die Zugstange H entsprechend weit auf und nieder gezogen wird.

Der Antrieb des letzteren erfolgt mittels eines kurzen Bügels U, der gemeinsam mit dem Kurbelarm E an einem Arm W angelenkt ist, welch letzterer durch ein Exzenter J eine langsam pendelnde Bewegung erhält. Das Exzenter J sitzt auf einer Transmissionswelle, die aussen an der Stirnplatte unter dem Trichter A auf Lagerträgern läuft. Durch Rechts- oder Linksdrehen des Rades K lässt sich die Gangweite des Bodenstückes D zwischen Null und dem Maximum ihres Weges beliebig einstellen, und man hat es auf diese Weise in der Hand, die Kohlenmenge, welche durch jede Umdrehung der Transmissionswelle bezw. des Exzenters J in den Heizraum und auf den Rost geschoben wird, genau dem jeweiligen Erfordernisse, oder mit anderen Worten, der Dampfmenge anzupassen, welche erzeugt werden soll. Ganz auf die gleiche Art kann auch die Amplitude des Ganges der Roststäbe durch Anziehen oder Lüften der Stellmuttern M und N, welche die Lage des mit dem Exzenterarme W verbundenen Gelenkbügels U bestimmen, nach Massgabe des Bedarfes reguliert werden. Jede der einzelnen Stufen des gusseisernen Rostes B setzt sich aus zwei Stücken zusammen, nämlich aus einem senkrechten Sohlstücke (Setzstufe) O (Fig. 1) und einer wagerechten, gerillten Längsplatte (Trittstufe) R (Fig. 1 und 2), auf welcher die brennende Kohlenschicht liegt, und die sonach der Zerstörung am meisten ausgesetzt ist; beide Stücke sind im rechten Winkel miteinander verschraubt. An den beiden Enden des senkrechten Teiles O befinden sich angegossene Drehzapfen, welche in den rechts und links im Heizraum eingemauerten gusseisernen Wangenträgern in gabelförmigen Einschnitten lagern, so dass also auf diesen Zapfen die ganze Stufe gedreht werden kann. An jedem der wagerechten Längsplatten R ist aber eine nach abwärts reichende angegossene Rippe vorhanden, deren unteres Ende die Form eines abgerundeten Zahnes besitzt, der in den gegenüber liegenden Zahnausschnitt des Schiebers G eingreift. Daher kommt es, dass der letztere jedesmal, so oft er durch H bezw. den Mechanismus $T\ W\ J$ aufwärts gezogen wird, die sämtlichen Roststufen um jenen Winkel, für welchen die Stellmuttern M und N einreguliert sind, neigt, und beim Rückgang wieder in die wagerechte Lage zurückbringt. Durch die geschilderte Anordnung der Roststäbe wird erfahrungsmässig die Unterhaltung auf ein Minimum herabgemindert, denn falls wirklich einmal eine Querplatte R zerstört und unbrauchbar würde, so lässt sich das Auswechseln der betreffenden Roststufe durch ein Ersatzexemplar ebenso leicht als rasch durchführen. Die sämtlichen Sohlstücke O sind, wie Fig. 1 ersehen lässt, nicht voll gegossen, sondern vielmehr mit mehreren, bei allen gleichförmig angeordneten Durchbrechungen versehen, welche also, da sie in einer Geraden hintereinander liegen, der unteren Flucht des ganzen Treppenrostes entlang blicken lassen und sonach eine Kontrolle des Feuers ermöglichen, ohne dass erst die Heizthür geöffnet zu wer-

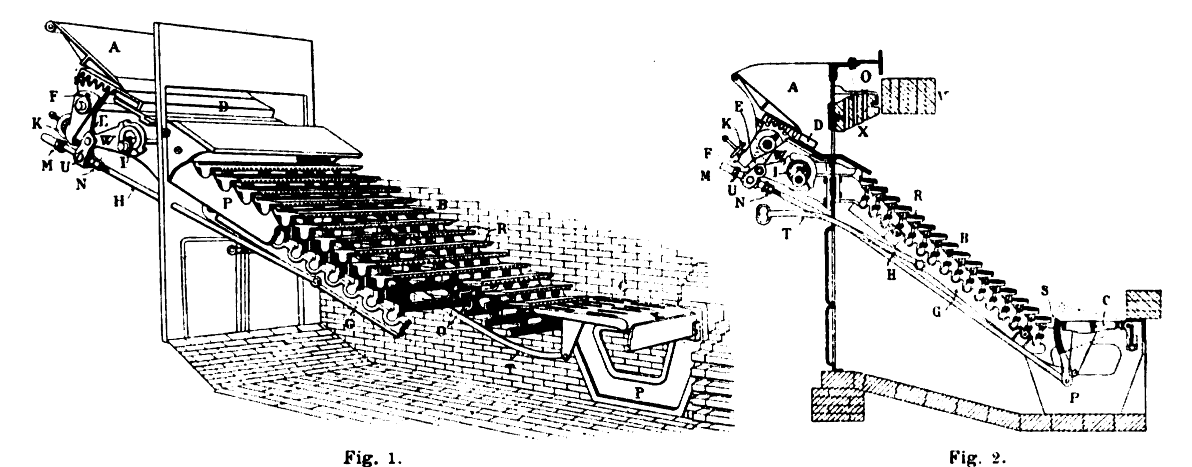


Fig. 1. Fig. 2.

Neue Roney'sche Heizanordnung mit mechanischer Beschickung.

den braucht. Diese Durchbrechungen der Setzstufen O gestatten es ferner, leicht zu allen Teilen des Rostes zu gelangen, wenn es sich darum handelt, mit dem Schüreisen Schlacken abzustossen; ihr Hauptzweck ist es aber, die zur Verbrennung erforderliche Luft in möglichst reichem Masse zuströmen zu lassen.

Zur Beseitigung der sich auf C ablagernden Schlacke und Asche wird einfach vom Heizer in gewöhnlicher Weise mittels der Zugstange T (Fig. 2) der in Gelenken schwebende Aschenrost C mehrmals zum Kippen gebracht, wobei die angesammelten festen Verbrennungsprodukte in den gemauerten Aschenkasten fallen, aus dem sie schliesslich mittels Krücken durch die Thür der Stirnplatte entfernt werden. Bei jenen Heizanlagen, in denen Anthrazit verwendet wird, bringt *Roney* zwischen dem untersten Absatze des Treppenrostes und dem Aschenroste C noch eine besondere Schutzvorrichtung S (Fig. 2) an, nämlich einen gusseisernen Schuber, der durch einen Hebelarm an die Zugstange T derart angelenkt ist, dass er sich in die Höhe hebt, sobald der Schaukelrost C zum Abwerfen der Asche gekippt wird und umgekehrt ebenso unverzüglich sich wieder zurückzieht, wenn der Aschenrost seine Normallage wieder gewinnt. Diese Vorrichtung hat den Zweck, das Nachrollen des noch unverzehrten Brennmaterials während des Aschenableerens zu verhindern.

Zur Herbeiführung einer vollkommenen Verbrennung ist der Heizraum zunächst des Kohleneintrittes durch ein aus feuerfesten Ziegeln hergestelltes Gewölbe $X\,V$ (Fig. 2) überdeckt, über dem sich im Hohlraume O zurückgestaute Heissluft ansammelt, die durch mehrere im Gewölbe X eingesetzte senkrechte Kanäle auf den Brennstoff niederstreicht. Durch das Gewölbe wird die Hitze zusammengehalten; die Kohle wird in Koks umgewandelt und die hierbei freiwerdenden Gase mengen sich mit der aus X niederströmenden heissen Luft, um, über die brennende Koksdecke hinstreichend, im Heizraum zu verbrennen. Das vorstehend geschilderte *Roney*'sche Verfahren bietet, wie man sieht, unleugbar günstige Bedingungen für eine vollkommene Verbrennung und für einen rationellen sparsamen Heizbetrieb.

Berechnung elektrischer Maschinen mit Hilfe graphischer Methoden.

Von **O. Schaefer**.

Bei der Berechnung elektrischer Maschinen muss man zunächst eine Reihe von Annahmen machen, auf Grund dieser die Dimensionen der Maschine bestimmen und dann, um die günstigsten Verhältnisse ausfindig zu machen, die eine oder die andere Grösse probeweise variieren, wobei jedesmal die ganze Rechnung wieder durchgeführt werden muss. Hier haben nun die graphischen Methoden den grossen Vorzug, dass sie sofort erkennen lassen, welchen Einfluss die Veränderung einer Grösse auf die andere hat, und dass man Fehlern weit weniger ausgesetzt ist als beim Rechnen, eben weil man die Sachlage durchschaut und jede sprunghafte Aenderung als wahrscheinlich falsch erkennt.

Die Ermittelung der Ankerdimensionen geschieht graphisch in folgender Weise. Die verlangte Leistung ist bekannt, ebenso ist die Spannung e nach dem Zweck der Maschine bestimmt; daraus und aus dem wahrscheinlichen Wirkungsgrad wird die Stromstärke i berechnet. Die Tourenzahl v und der *Kapp*'sche Faktor k werden angenommen. Dann ist

$$D^2 L \,.\, v = \frac{e \,.\, i}{k} \cdot 10^3,$$

wobei D den Durchmesser, L die Länge des Ankers bezeichnet. Man konstruiert jetzt ein Dreieck mit i als Basis, e als Höhe und einem Winkel γ als Basiswinkel, dessen Sinus gleich v ist, verkleinert oder vergrössert das Dreieck im Verhältnis $1 : k$, und hat nun ein Dreieck vom Inhalt

$$\frac{e \,.\, i}{2\,k} = \frac{D^2 \,.\, L \,.\, v}{2}.$$

Die eine dem Winkel γ anliegende Seite ist D^2, die andere L; denn der Inhalt eines Dreiecks ist gleich dem halben Produkt zweier Seiten, multipliziert mit dem Sinus des eingeschlossenen Winkels, also $\frac{D^2 L}{2} \sin\gamma$ oder $\frac{D^2 L}{2} v$. Der Faktor 10^3 aus der ersten Gleichung wird durch entsprechende Wahl der Massstäbe für die einzelnen Grössen berücksichtigt. Zieht man nun, natürlich graphisch, aus D^2 die Wurzel, so wird man wahrscheinlich finden, dass D und L noch nicht in gutem Verhältnis zu einander stehen. Man verändert D^2 oder L und erhält, indem man das Dreieck in ein flächengleiches verwandelt, L oder D^2.

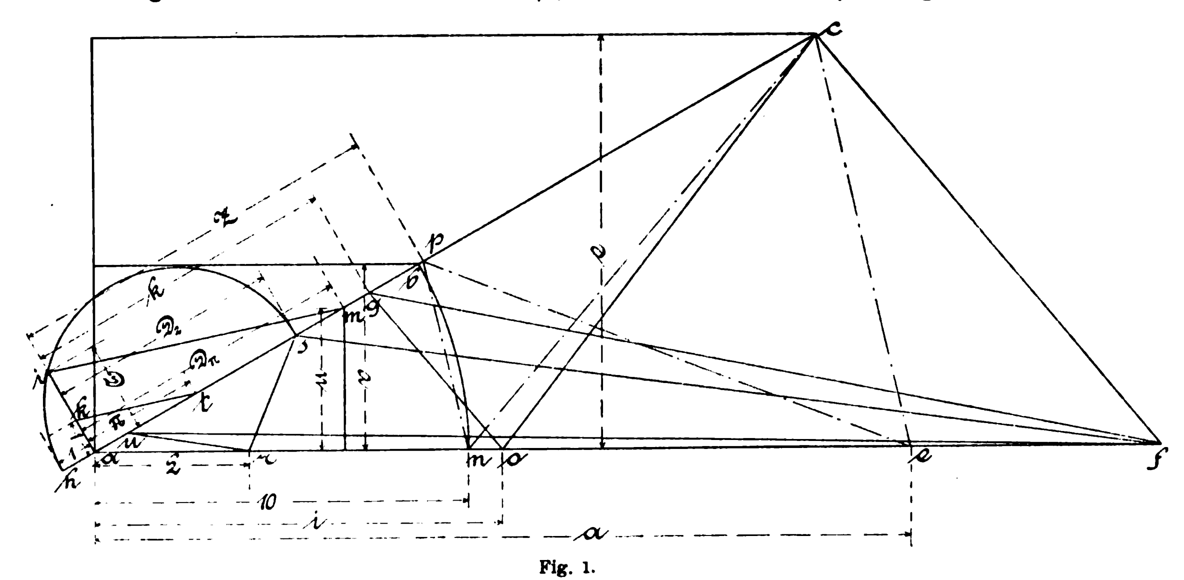


Fig. 1.



Multipliziert man D mit π und trägt $D\pi$ auf dem einen Schenkel von γ ab, so ist das vom Endpunkt auf den anderen Schenkel gefällte Lot gleich der Umfangsgeschwindigkeit u. Aus u kann man wieder Schlüsse ziehen auf die richtige Grösse von D.

In Fig. 1 ist folgendermassen verfahren und sind folgende Massstäbe angewandt worden, welche so gewählt

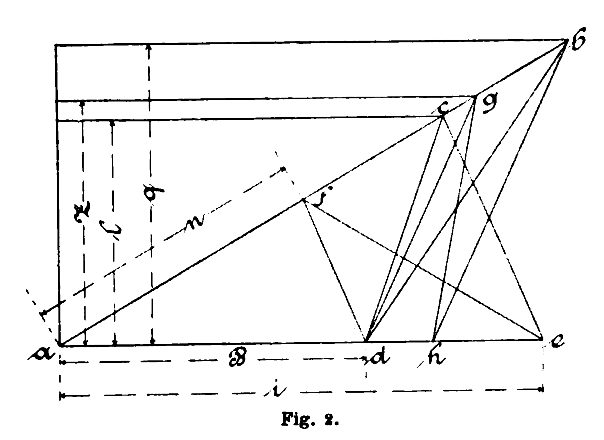


Fig. 2.

sind, dass sie eine handliche Form der Dreiecke liefern. Die Stromstärke $i = ao$ ist die Basis, wobei 10 Ampère $= 1$ cm sind. Dann ist ein Kreis mit einem Radius von 10 cm um a geschlagen; eine Parallele zu i im Abstande v (120 Touren $= 1$ cm) schneidet ihn in b. $\frac{v}{10} = \sin\gamma$ oder $v = \sin\gamma$ wegen der Wahl der Massstäbe. Die Spannung e als Höhe liefert den Punkt c, wobei 10 Volt $= 1$ cm. Eine Parallele zu go durch c, wo g der Endpunkt des von a aus auf ab abgetragenen Wertes k ist ($0{,}1 = 1$ cm), schneidet ao im Punkte f und es ist

$$\triangle agf = \triangle aco.$$

au ist 1 cm, u mit f verbunden gibt das Dreieck auf

$$\triangle auf = \frac{\triangle agf \,.\, 1}{k}.$$

Dann ist Dreieck auf in das Dreieck ars verwandelt, um passende Werte von D^2 und L zu bekommen.

$$ar = L\,(5 \text{ cm} = 1 \text{ cm})$$
$$as = D^2\,(100 \text{ qcm} = 1 \text{ cm}).$$

ah wird 1 cm gross gemacht und ein Halbkreis über hs geschlagen, welcher auf einem Lot in a zu ab die Strecke $ai = D\,(10 \text{ cm} = 1 \text{ cm})$ abschneidet. Trägt man auf ai

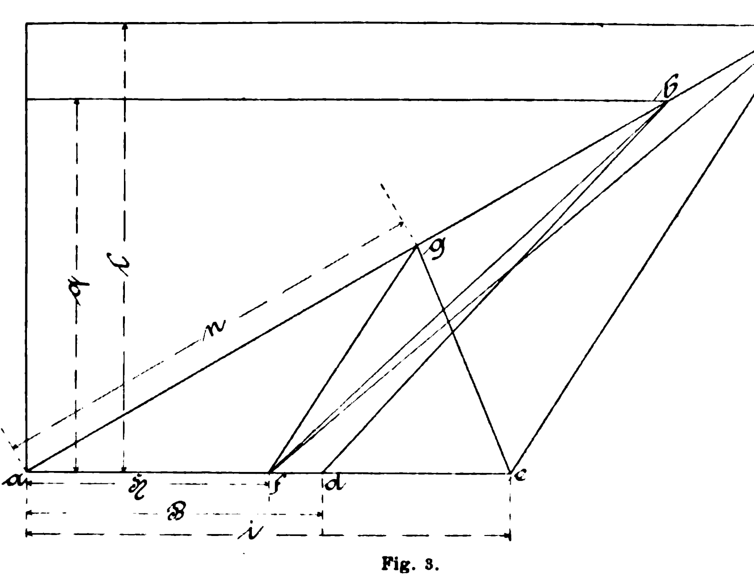


Fig. 3.

1 cm, auf ab 3,14 cm $= \pi$ ab und zieht eine Parallele zu kt durch i, welche ab in m schneidet, so ist $am = D\pi$, weil

$$1 : \pi = ai : am.$$

Das Lot von m auf ae ist die Umfangsgeschwindigkeit u, weil

$$\frac{u}{D\pi} = \sin\gamma = \frac{v}{60}.$$

Der Faktor $\frac{1}{60}$ ist durch die Wahl des Massstabes berücksichtigt. Für u gilt $2\frac{m}{s} = 1$ cm. Sämtliche Konstruktionen lassen sich ohne weiteres umkehren, wenn man z. B.

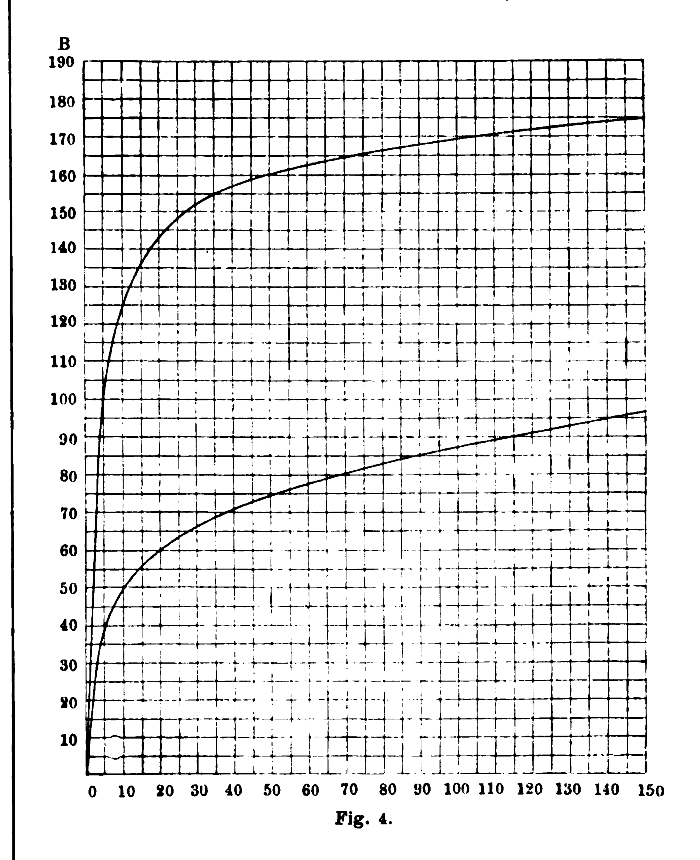


Fig. 4.

aus D und L den Faktor k ermitteln will; ich erwähne nur, dass man, um D zu quadrieren, in i eine Senkrechte zu hi errichtet, welche auf ab die Strecke D^2 abschneidet.

Dieselbe Figur lässt sich jetzt auch zur Ermittelung der Kraftlinienzahl Z und der Ankerdrahtzahl a verwenden. an ist 10 cm $\triangle acn = \frac{e\,.\,10}{2}$. Das Dreieck acn lässt sich also auffassen als ein Mass für e, wobei 2 Volt $= 1$ qcm sind. Da $e = \frac{Z\,.\,a\,.\,v}{60} \cdot 10^{-8}$, so lassen sich, wie oben D^2 und L, jetzt Z und a als Seiten des Dreiecks acn ansehen. Trägt man a auf an ab ($10 = 1$ cm) bis e, zieht ec und eine Parallele zu ec durch n, so schneidet diese auf ab die Kraftlinienzahl $Z = ap$ ab ($5\,.\,10^5 = 1$ cm).

$\triangle ape = \triangle acn$, da beide das Dreieck apn gemeinsam haben und da das addierte Dreieck pne gleich dem subtrahierten pnc ist. Letztere haben nämlich gleiche Grundlinie und gleiche Höhe. Unter Anwendung dieser Konstruktion variiert man Z und a so lange, bis man passend scheinende Werte gefunden hat. Ist die Tourenzahl v grösser als 1200 pro Minute, so nimmt man den Massstab für v halb so gross, den Faktor 2 berücksichtigt man dann am besten in den Endergebnissen. Wenn die angegebenen Konstruktionen für eine Reihe von Maschinen in denselben Massstäben durchgeführt würden, so erhielte man Diagramme, welche viele wesentliche Abmessungen der Maschinen auf einen Blick erkennen liessen und einen sehr bequemen Vergleich ermöglichten.

Auch die Anzahl der für die Hervorbringung von Z Kraftlinien erforderlichen Ampèrewindungen ni lässt sich graphisch bestimmen. Zunächst werden die Ampèrewindungen ermittelt, welche die Kraftlinien durch den Luftraum zwischen Pol und Anker zu treiben haben (Fig. 2).



$$\frac{4\pi}{10} n i = Z \frac{q}{l}$$

oder $\frac{4}{10} \cdot \frac{4\pi}{10} n i = \frac{4}{10} Z \cdot \frac{q}{l}$ ist die in Betracht kommende Formel.

$\frac{4}{10} \cdot \frac{4\pi}{10} = 0{,}5$ wird als Sinus eines Basiswinkels $\alpha = 30^0$ aufgetragen. Indem man 10 cm als Basis nimmt und Z als Höhe aufträgt ($10^6 = 1$ cm), bekommt man ein Dreieck agh mit dem Inhalt $\frac{Z}{2}$. Dies wird in das flächengleiche Dreieck abd mit der Höhe q verwandelt (100 qcm = 1 cm) nach dem schon angegebenen Verfahren. ad ist dann die Sättigung B ($10^3 = 1$ cm). q ist übrigens der Luftquerschnitt für die Kraftlinien in Quadratcentimeter, l die Länge des Luftweges in Millimeter. Gibt man dem Dreieck abd statt der Höhe q die Höhe l (0,1 cm = 1 cm), so erhält man Dreieck acd und es ist

$$acd = \frac{q}{l} \cdot abd$$

$$acd = \frac{Z}{2} \cdot \frac{q}{l} = \frac{1}{2} \frac{4\pi}{10} n \, . \, i.$$

Da $\sin \alpha = 0{,}5 = \frac{4}{10} \frac{4\pi}{10}$, so sind ae und ad gleich der Windungszahl n und der Stromstärke i in den entsprechenden Massstäben. Für n gilt $250 = 1$ cm, für i 0,2 Ampère = 1 cm bei Nebenschlussmaschinen. Nimmt man für i einen passenden Wert an gleich ae, so ergibt sich durch Konstruktion $af = n$.

Fig. 3 zeigt die Ermittelung der Ampèrewindungen für das Magnetgestell. Hat man, wie eben gezeigt, B ermittelt, so greift man aus der unteren Kurve in Fig. 4 H ab und macht H statt B zur Basis des Dreiecks (10 = 1 cm)

$$abf = \frac{H}{B} \cdot abd.$$

H ist $\frac{4\pi}{10} \cdot \frac{n \, . \, i}{l}$, also das auf die Längeneinheit bezogene $\frac{4\pi}{10} n i$. Weiter verfährt man dann genau wie bei der Ermittelung der Ampèrewindungen für Luft. Doch gilt hier für l 5 cm = 1 cm, für n und i bleibt der Massstab, wie er war. Für den Anker wiederholt sich das Verfahren; in Fig. 4 gilt die obere Kurve für Schmiedeeisen, während sich die untere auf Gusseisen bezieht.

Die einmalige Durchführung dieser Konstruktionen ist nicht einfacher als die der Rechnung; dagegen zeigt sich bei jeder Wiederholung, die ja stets nötig ist, immer deutlicher, dass man beim Rechnen im Dunkeln tappt und überraschende Resultate bekommt, während man beim Zeichnen stets vor Augen hat, was man ändern muss und was man durch diese Aenderung erzielt.

Elektrischer Antrieb mittels Zahnradübersetzung.

Bei elektrischem Antriebe von Arbeits- und Werkzeugmaschinen haben sich häufig Schwierigkeiten ergeben, die man, da die angetriebenen Maschinen in derselben Ausführung sich sonst vorzüglich bewährt hatten, ohne weiteres dem Elektromotor schuld gab. Es stellte sich jedoch in den weitaus meisten Fällen heraus, dass weder Motor noch Maschine zu irgend welchen Beschwerden Anlass gaben, sondern dass allein die sie verbindenden Zwischenglieder, und zwar namentlich Zahnradvorgelege nicht richtig konstruiert waren. Es treten eben hier Geschwindigkeiten auf, welche sonst bei Zahnrädern ungewöhnlich sind; und deshalb wurde jede, auch geringe Unvollkommenheit in Konstruktion oder Ausführung bedeutend stärker empfunden. In richtiger Erkenntnis dieser Thatsache übernahm die *Allgemeine Elektrizitätsgesellschaft Berlin* selbst den Bau derartiger Zahnradvorgelege und beauftragte ihren Oberingenieur *O. Lasche* mit einer gründlichen Untersuchung der vorliegenden Frage. Die hierbei nötig gewordenen Studien und Versuche veröffentlichte derselbe vor kurzem in der *Zeitschrift des Vereins deutscher Ingenieure*[1]) in einem Aufsatze, durch den für die Konstruktion solcher Zahnräder ganz neue Gesichtspunkte aufgestellt werden.

Indem er die einzelnen Begriffe, von deren Grösse die Stärke der Abnutzung zweier, zusammenarbeitender Zähne abhängt, eingehend erläutert und dabei eine vergleichende Kritik der bis jetzt benutzten Cykloiden- und Evolventenverzahnung gibt, gelangt er zu dem Begriffe der „Abnutzungscharakteristik“. Es ist ja die Abnutzung eines Zahnes an einer bestimmten Stelle bei einem während der ganzen Dauer der Berührung unverändert angenommenen Reibungskoeffizienten 1. direkt proportional dem „spezifischen Drucke“ p, mit dem die Zähne aufeinanderpressen, und wird 2. um so grösser, je mehr Punkte des ersten Zahnes über die betrachtete Stelle des zweiten Zahnes hinwegarbeiten. Diese letztere Zahl nennt *Lasche* das „spezifische Gleiten“ γ. Er zeigt nun, wie p und γ wenigstens in ihrer Veränderlichkeit zu bestimmen sind, und erhält, wenn er ihre Produkte für die einzelnen Punkte des betrachteten Zahnes als Ordinaten in Funktion des Eingriffsbogens aufzeichnet, eine Kurve, welche die Veränderlichkeit der Abnutzung zeigt, die „Abnutzungscharakteristik“. Nach dem Gesagten ist ohne weiteres klar, dass ein möglichst gleichmässiger Verlauf dieser Kurve anzustreben ist.

Es ergaben sich nun für gewöhnliche Evolventen- und Cykloidenverzahnung für den treibenden und damit im allgemeinen der stärkeren Abnutzung unterworfenen Zahn die Abnutzungscharakteristiken Fig. 1a und b, welche den grossen Vorzug der Cykloidenverzahnung in dieser Hinsicht zeigen. Da aber die Evolventenverzahnung sonstige grosse Vorteile besitzt, die man nicht gern aufgeben wollte, so half man sich durch folgendes Mittel (vgl. Fig. 1c): man vermied den ungünstigen Teil der

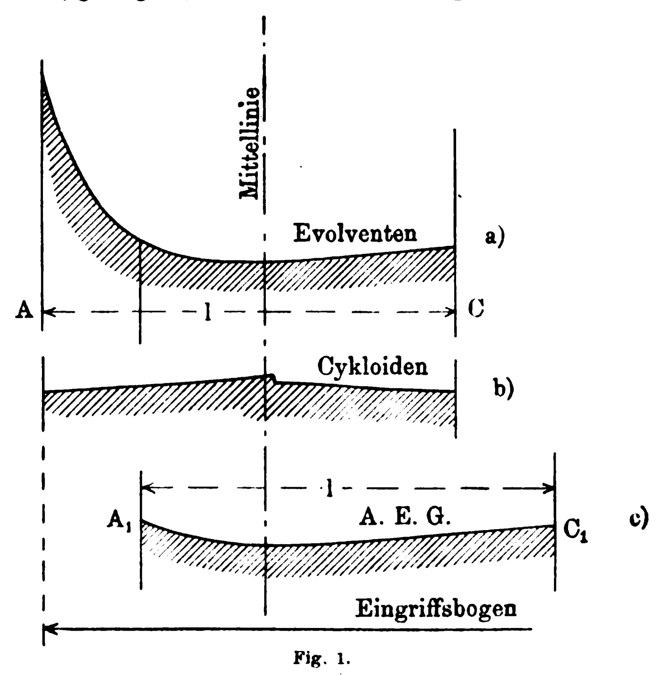


Fig. 1.

Kurve beim Beginn des Eingriffes, indem man denselben von A nach A_1 verschob, also erst später eintreten liess. Um aber die Eingriffsdauer nicht zu verkürzen, liess man den Eingriff noch über C hinaus fortdauern bis C_1, so dass $CC_1 = AA_1$ wurde. Das erreichte man unter Beibehaltung der üblichen Zahnhöhe, indem man für den treibenden Zahn den Abstand des Fusskreises vom Teilkreise zu 0,7, den des Kopfkreises vom Teilkreise zu 1,5 der ganzen Zahnhöhe annahm, während man ja sonst hierzu

[1]) Vgl. *Z. d. V. d. J.* Bd. 43 Nr. 46, 48, 49, 50 vom 18. November, 2., 9. und 16. Dezember 1899 und *Stahl und Eisen* vom 1. Februar 1900 S. 151 ff.

1,2 bezw. 1,0 der Zahnhöhe zu wählen pflegt (vgl. Fig. 2)[2]). Dadurch entsteht eine ganz neue Zahnform, welche ausser dem angegebenen noch einige andere Vorzüge in sich vereinigt. So wird der Fuss der Zähne verbreitert und damit die Festigkeit derselben erhöht, die Form des Zahnes wird annähernd die eines Körpers gleicher Biegungsfestigkeit, die Fräser sind leichter herzustellen, da jedes Unterschneiden der Flanken fortfällt u. s. f.

Der Verfasser geht darauf im weiteren Verlaufe seines Aufsatzes auf die Bemessung der Zähne, einerseits in Rücksicht auf Abnutzung, andererseits in Rücksicht auf Festigkeit ein und gibt dabei die in beiden Beziehungen massgebenden Grössen für die hauptsächlichsten Materialien ihrem Zahlenwerte nach mit Hilfe graphischer Darstellungen an.

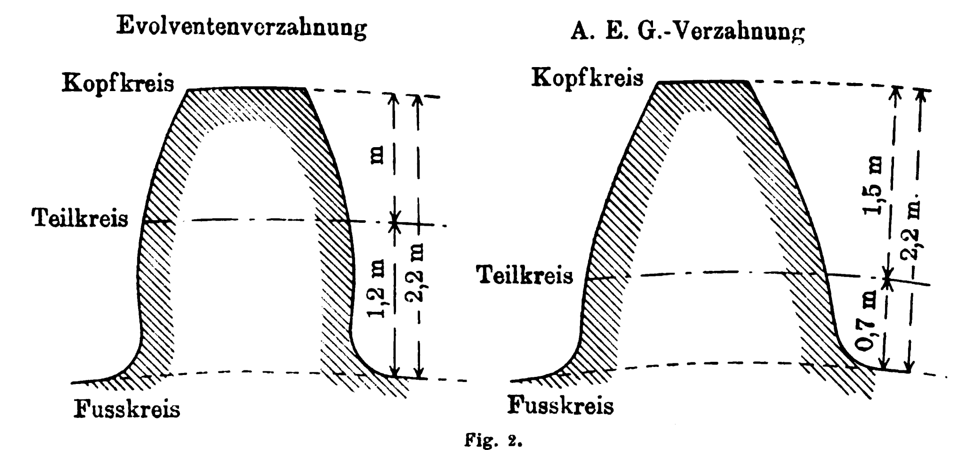


Fig. 2.

Dann geht er zur Herstellung der Zähne über. Die genaueste Art der Herstellung ist die mit Hilfe von Spezialfräsern, die mit grösster Sorgfalt angefertigt werden: „Die Zahnform wird in stark vergrössertem Massstabe scharf aufgezeichnet und sodann photographisch auf Naturgrösse verkleinert. Zur Ermöglichung und zur Kontrolle der richtigen Verkleinerung wird im Original ein Kreis eingezeichnet, der, verkleinert, wieder einen Kreis und zwar einen Kreis von vorgeschriebenem Durchmesser ergeben muss. Mittels des photographischen Negativs wird die Zeichnung unmittelbar auf eine auf Hochglanz polierte Stahlplatte übertragen und eingeätzt; aus dieser Platte wird der Rapporteur herausgeschnitten und damit die Gegenlehre und der zur Herstellung des Fräsers erforderliche Drehstahl angefertigt. Mit diesem Formstahl wird der vorgedrehte und geschlitzte Fräser auf das richtige Profil abgedreht und ihm gleichzeitig durch das Hinterdrehen der Schnitt gegeben.“ Die eigentliche Anfertigung der Zahnräder mit Hilfe dieses Fräsers ist mit peinlichster Sorgfalt auf einer Maschine vorzunehmen, die den höchsten Anforderungen in Bezug auf Genauigkeit des Teilmechanismus, der Aufspannvorrichtung u. s. w. gewachsen ist. Rufen doch Teilungsfehler ebenso wie Fehler in der Zahnform Beschleunigungen und Verzögerungen des getriebenen Rades hervor, die bei den hier vorkommenden Geschwindigkeiten leicht verhängnisvoll werden können. So ergibt z. B. eine Ueberschlagsrechnung für ein Räderpaar, bei dem man einen Teilungsfehler von 0,5 mm beobachtete, dass der Beschleunigungsdruck bei 3 m/Sek. Umfangsgeschwindigkeit 730 kg, bei 12,5 m/Sek. Umfangsgeschwindigkeit aber schon 12700 kg betragen würde.

Es folgen hierauf Angaben über die konstruktive Durchbildung der Zahnräder selbst, ihre Befestigung auf der Welle, namentlich für Rohhauttriebe, sowie über die Lagerung und den Zusammenbau. Den Schluss der wertvollen Arbeit bildet die Darstellung einer Reihe von ausgeführten Anlagen, der an ihnen gemachten Erfahrungen und eine Kritik derselben auf Grund der erläuterten Gesetze. *F. Mbg.*

[2]) *Lasche* teilt für gewöhnliche Evolventenverzahnung die Zahnhöhe im Verhältnis 6 : 5, während sonst die Teilung im Verhältnis 4 : 3 die übliche ist.

Kleinere Mitteilungen.

Umsteuerbare Schiffsschraube von Karl Meissner in Hamburg.

Eine Schiffsschraube wird umsteuerbar genannt, wenn die Bedingungen des Manövrierens durch Aenderung der Steigung ihrer Flügel erfüllt werden können.

Verstellbare Schrauben sind aus Patentschriften seit 50 Jahren bekannt; man wollte die Segelschiffe vervollständigen durch Maschinenanlagen, und dabei sollte das Umlegen der Flügel achsial zum Steven bei Fahrten unter Segel den Widerstand der festgelegten Schraube vermindern, wie dies heute noch bei Jachten mit Hilfsmotoren üblich ist.

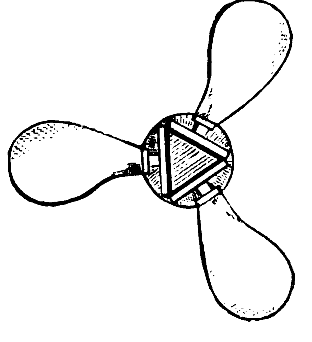
Für den Schiffbau blieb diese Vereinigung von Segel mit Maschinenkraft aber eine vorübergehende Erscheinung; das Dampfschiff wurde ohne Segeleinrichtung konstruiert und das Segelschiff blieb für die Fortbewegung ohne Maschinenanlage. Da nun Dampfmaschinen durch das Umschalten des Getriebes auch die Schraubenwelle umschalten können, wurde für diese die umsteuerbare Schraube als Ergänzung überflüssig.

Erst die Einführung der nicht umsteuerbaren Betriebsmaschinen — der Motoren — im Schiffbau, bedingte die Wiederaufnahme der umsteuerbaren Schraube und brachte diese zur Geltung.

Was von bekannten Konstruktionen verwertbar war, wurde ausgeführt, und die in alten Patentschriften beschriebenen Hebel-, Zahnrad- und Kurbelkonstruktionen wurden teilweise sogar neu patentiert. Diese alten Konstruktionen, wie sie *Joseph Maudslay*, *Bevis*, *J. Donaldson* und andere beschrieben haben, bilden den Ausgangspunkt der heutigen Industrie.

Die Konstruktion von *J. Donaldson*, welche einen exzentrischen Kurbelzapfen des Flügelschaftes in ein Langloch der verschiebbar angeordneten Welle greifen lässt, so unreif und praktisch unmöglich sie auch für den wirklichen Betrieb wäre, ist die Grundidee der gegenwärtig gebräuchlichsten und bewährtesten Kreuzschieberkonstruktion.

Die Einzelheiten dieser teils unter Musterschutz, teils mit Patent geschützten Konstruktion ergeben sich aus den nebenstehenden Zeichnungen. Der Schnitt der kugelförmigen Nabe zeigt die Einlagerung der mit grossen Scheibenflanschen versehenen Flügel in massive Lagerstellen.



Der Kreuzschieber ist ein massives Prisma, welches zwischen den Scheibenflanschen gleitend angeordnet ist. Die Kurbelschleife befindet sich im Scheibenflansch, der Kurbelzapfen im Kreuzschieber; beide greifen so ineinander, dass ein Vorschub des Kreuzschiebers aus der Lage „stopp“ den Flügeln die Steigung für den Vorwärtsgang gibt, der Rückwärtsschub über „stopp“ hinaus die Steigung des Schraubenganges für „rückwärts“ ändert.



Die notwendige Hebelkraft ist durch diese eingefügten ergänzenden Maschinenteile geschaffen, und zwar genau der sich ändernden Belastung entsprechend bei „vorwärts“ und „rückwärts“ doppelt so stark als bei „stopp“.

Den Verschub vermittelt die Zugstange, welche in der ausgebohrten Schraubenwelle gelagert ist.

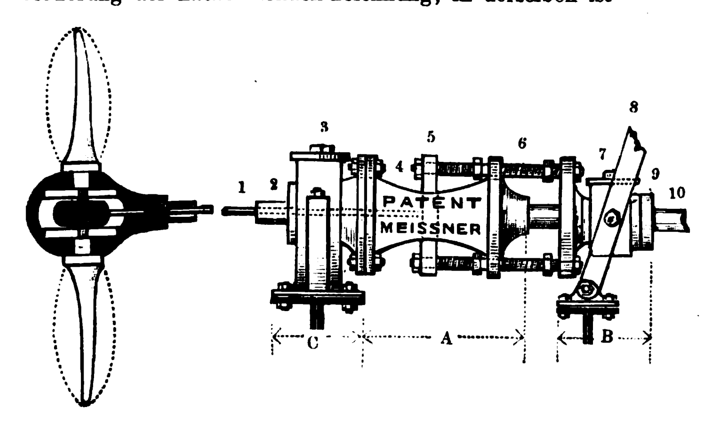
Während die Verbesserungen der alten Patentbeschreibungen sich nur mit den Mechanismen in der Schraubennabe befassen, zeigte die Anwendung der danach hergestellten umsteuerbaren Schrauben im Betriebe eine Unzulänglichkeit der Konstruktion an einer Stelle, die ganz nebensächlich behandelt war, nämlich am Umsteuerungsmechanismus.

Hierfür bot man eine verschiebbare Muffe, die mittels flachem Querkeil durch Führungsschlitze in der Welle die Zugstange führt, wie es *Busley* im Buche: „*Die Schiffsmaschine*“, Bd. II S. 863, beim Patent *Bevis* genau beschreibt. Diese konstruktiv recht schwache Anordnung war allgemein ohne weiteres kopiert worden. Führungsschlitze in einer durchbohrten Welle sind aber ebenso bedenklich wie Flachkeile durch eine höchstens 20 mm starke Zugstange, auf welcher der ganze Wasserdruck ruht; denn das bei festen Schrauben übliche Wellendrucklager kann bei umsteuerbaren Schrauben den Wasserdruck überhaupt nicht abfangen, und wo es vorhanden ist, bildet es nur ein Führungslager, während der Wasserdruck auf den beweglichen Flügeln durch die Zugstange auf den Flachkeil geleitet wird, und solchen schon im gewöhnlichen Betriebe abscheren kann. Bei Havarie hält auch ein starker Querkeil nicht stand, er bricht ab und reisst meistens auch die Führungsschlitze seitlich aus und macht die Welle unbrauchbar.

Hier nun greift das Patent Nr. 77 207 als grundlegende Verbesserung ein:

„Vorrichtung zum Verstellen der beweglichen Flügel von „Schiffsschrauben während der Fahrt.“

Dieses Patent setzt an Stelle der Steuermuffe die Schiebersteuerung der nachstehenden Zeichnung; in derselben ist



A der Schieberflansch mit Schieberbalken,
B das Flügeldrucklager mit Verschiebungsschnalle,
C das Wellendrucklager.

Die Einfügung des Schieberbalkens *5*, anstatt eines flachen Querkeiles, ist die konstruktiv beste Lösung der Führung der Zugstange, welche ohne jede Schwächung in einem Balken endet, dessen Stärke je nach Beanspruchung veranlagt werden kann.

Der Wasserdruck verteilt sich vom Schieberbalken auf die beiden Spindeln *6*, die in dem mit Ringlagerschmierung *7* versehenen Flügeldrucklager *9* enden. Dieses Flügeldrucklager ist ein hier eingefügtes unentbehrliches neues Maschinenelement. *8* ist der Stellmechanismus.

Bei dieser Anordnung werden alle Maschinenteile genau so stark konstruiert, wie der Fall es bedingt.

Die Stellmuttern auf den Spindeln begrenzen den Ausschlag der Flügel und entlasten den Druck auf den Kurbelzapfen in der Nabe. Spindeln und Stellmuttern liegen frei, es kann also die Steigung der Flügel im Betriebe vermehrt oder vermindert werden, je nach der vorhandenen Betriebskraft. — Hierdurch wird die Kraft genau reguliert und ganz ausgenutzt, was für Motorbetrieb von Wichtigkeit ist, da sowohl überschüssige Kraft als zu grosse Beanspruchung der Betriebsmaschine bei Motoren die Ursache von Betriebsunsicherheiten sind.

Die Verbindung des Kreuzschiebers mit der Schiebersteuerung bietet dem Bootsbetriebe die Haltbarkeit der festen Schraube mit den Vorzügen des Manövrierens durch verstellbare Flügel. Diese Anordnung ist das System *Meissner*, welches im Jahre 1892 für das Motorboot geschaffen wurde, und sich in den verflossenen 8 Jahren bei mehr als 500 Lieferungen eingeführt hat als die einfachste, kräftigste und zuverlässigste Schraubenumsteuerung.

Das amerikanische Unterseeboot Holland.

Dieses von der *Electric Boat Company* gebaute Fahrzeug hat in letzter Zeit Probefahrten in der Peconic-Bucht ausgeführt und sind die Resultate, zumal die Bedeutung der Unterseeboote allgemein anerkannt und von verschiedenen Seiten günstiger Bericht über die nach dieser Richtung hin stattgefundenen Versuche bekannt geworden ist, schon aus dem Grunde von Interesse, weil viele Gründe dafür sprechen, dass der eigentliche Erfolg dieser Fahrzeuge von der Verwendung der Elektrizität als Antriebskraft unter Wasser und von der Benutzung von Akkumulatorenbatterien bedingt ist, während für die Fortbewegung auf der Oberfläche des Wassers wie für den Antrieb der Stromerzeuger auch Dampfmaschinen verwertet werden können.

Bezüglich der Abmessungen des *Holland* soll hier nur erwähnt werden, dass dieses Boot eine Länge von 16,2 m und eine Breite von 3,3 m (über die äussersten Punkte gemessen) besitzt, und bei voller Ausrüstung etwa 75 t wiegt. Von diesem Gewicht kommen 22,5 t auf die Akkumulatorenbatterie, welche aus 66 speziell für diesen Zweck angefertigten Zellen besteht und welche von der *Electric Storage Battery Company* geliefert wurden. Die Batterie ist in einem in der Mitte des Fahrzeuges befindlichen Raum aufgestellt und vollständig isoliert. Ueber dem Batterieraum ist das Steuerhäuschen mit den Steuerapparaten und den Flaschen mit komprimierter Luft untergebracht, und unter demselben befinden sich die Wasserbehälter. Nach dem Hinterteil des Bootes zu sind der Reihe nach der Luftkompressor, die Gasolinmaschine, welche die Stromerzeuger antreibt, und die nach den Schiffschrauben führende Welle angeordnet. Unmittelbar über diesen Abteilungen liegt ein Lancierrohr. Der Raum vor der Batterie nach dem Vorderteil des Fahrzeuges hin enthält den Kohlenbunker, die Gasolinbehälter, ferner zwei Lancierrohre, eine pneumatische Kanone und die für den Schiessbedarf erforderliche Munitionskammer.

Die Akkumulatorenbatterie wird während eines Zeitraumes von 4 Stunden einen Strom von 350 Ampère liefern, mit welchem man eine Fahrgeschwindigkeit von 12,8 bis 16 km in der Stunde erzielt. Auf der Oberfläche des Wassers erteilt die Gasolinmaschine dem Boot eine Fahrgeschwindigkeit von 6 Knoten (11,12 km) in der Stunde, und es ist angeblich so viel Heizmaterial vorhanden, dass das Fahrzeug im stande ist, eine Fahrt von 2400 km zurückzulegen. Der Antriebsmechanismus ist derart, dass der Stromerzeuger zum Laden der Batterie vom Gasolinmotor angetrieben oder mit der Batterie verbunden werden kann, so dass er während dem Untertauchen als Motor läuft. Dieser von der *Electro-Dynamic Company* in Philadelphia gebaute Motorgenerator ist für eine Leistung von 50 PS bei 800 Umdrehungen oder von 150 PS bei 1200 Umdrehungen eingerichtet, und sein Gewicht beläuft sich auf etwa 1812 kg. Die Maschine besitzt Nebenschlusswickelung, und mit Hilfe eines Widerstandes kann ihre Spannung, wenn sie als Stromerzeuger läuft, zwischen 120 bis 160 Volt schwanken. Sie besitzt zwei Kollektoren und einen Anker mit zwei Wickelungen. Die verschiedenen Fahrgeschwindigkeiten erhält man erstens durch Hintereinanderschaltung der beiden Ankerwickelungen und durch Einschalten eines grossen Widerstandes in den Stromkreis, zweitens durch Hintereinanderschalten der beiden Wickelungen und drittens durch Parallelschalten derselben.

Ferner sind noch installiert: Ein Elektromotor mit einer Leistung von 10 PS für den Luftkompressor und mehrere kleine für Ventilationszwecke und zum Pumpen bestimmte Elektromotoren, welche sämtlich ihren Strom von der Akkumulatorenbatterie erhalten.

Die in den letzten Monaten angestellten Versuche haben ergeben, dass das Boot 24 Stunden untergetaucht bleiben kann, ohne dass die aus 7 Personen bestehende Besatzung in Gefahr kommt zu ersticken, und dass dasselbe bei einer Fahrgeschwindigkeit von 8 km in der Stunde ohne Schwierigkeit 6 Stunden untergetaucht fahren kann.

Die interessanten Versuche fanden an den tiefsten Stellen der oben erwähnten Peconic-Bucht 6,1 m unter der Wasseroberfläche statt. Man hat über die am 11. Oktober v. J. unternommene Probefahrt, bei welcher eine Strecke von 3,2 km unter Wasser zurückgelegt wurde, einige im nachstehenden wiedergegebene Einzelheiten veröffentlicht. Als der Führer das Fahrzeug hatte untertauchen lassen und letzteres den vorbezeichneten Kurs eingeschlagen hatte, zeigte die Uhr 10 Uhr 11 Minuten und 10 Sekunden. Nach Zurücklegung einer Strecke von 1,6 km war das Boot etwas von seinem Kurs abgewichen; nachdem es jedoch einen Augenblick an die Oberfläche gekommen war, tauchte es wieder unter und legte den Rest des Weges (1,6 km) in schnurgerader Richtung zurück, lancierte um 10 Uhr 36 Minuten einen 450 kg Torpedo auf eine 20 m entfernte Scheibe, wendete und befand sich um 10 Uhr 41 Minuten wieder auf der Rückfahrt. Die Scheibe würde im Ernstfalle ein grösseres Schiff gewesen sein und man kann daraus schliessen, dass der Angriff für dieses Schiff wahrscheinlich verhängnisvoll gewesen sein würde. Aus den Versuchen geht im übrigen hervor, dass in Bezug auf den Bau von Unterseebooten keine allzu grossen Vervollkommnungen mehr erforderlich sein dürften, um dieselben im Dienste der Kriegsmarine verwenden zu können. (Nach Motorfahrer aus *El. World and Eng.*, 4. November 1899.) *-h.*

Bücherschau.

Die Dampfwäscherei, ihre Einrichtung und Betrieb. Enthaltend Beschreibung der dabei benutzten Maschinen, Waschprozesse und Chemikalien, nebst Anleitung zur Herstellung von Bleichflüssigkeiten, Waschpulver und



Seifen, Stärkeglanzpräparaten u. s. w. Von Dr. *H. C. Stiefel*, technischer Chemiker. Mit 28 Abbildungen. Wien. A. Hartleben's Verlag. 12 Bogen Oktav. Geh. 1 fl. 20 kr. = 2,25 M. Elegant geb. 1 fl. 65 kr. = 3,5 M.

Wohl in keinem anderen Industriezweige der Neuzeit fand ein so rascher Aufschwung in kurzer Zeit statt als in der Dampfwäscherei mit maschinellem Betriebe.

Vor kurzem fand man diese Anstalten nur in den Hauptstädten einiger europäischer Länder und in Amerika, jetzt hat nicht nur jede kleine Stadt eine oder mehrere solcher Anstalten, sondern man findet sie auch in Ländern, die man gern als in der Kultur weit zurück bezeichnet, z. B. in China, Japan, in kleineren südamerikanischen Republiken, Cuba, Philippinen etc.

Im grossen ganzen arbeitet man in all diesen Anstalten nach ähnlichen Verfahren, die Hauptunterschiede sind im Stärken der Wäsche zu suchen; in einem Lande wird vorzugsweise Weizen- oder Maisstärke verwendet, in einem anderen dagegen nimmt man Reisstärke.

Dieser riesenhafte Aufschwung der Industrie ist zum Teil den Maschinenfabrikanten, zum Teil den Chemikern zu verdanken; erstere lieferten immer leistungsfähigere Maschinen, letztere reinere Seifen, Stärke, Wäscheblau etc., so dass es dem Dampfwaschanstaltsbesitzer gar bald möglich war, schneller, billiger und besser zu arbeiten, als dies bei Handarbeit möglich ist.

Das vorliegende Buch gibt eine genaue Uebersicht des Standes der Dampfwäschereiindustrie in allen Ländern der Erde.

Moderne Schmiedekunst im neuen Stil. 100 Tafeln mit praktischen, leicht ausführbaren Vorlagen und ausführlichen Gewichts- und Stärkeangaben. Herausgegeben von *J. Feller*, Zeichenlehrer und Schlossermeister in Düsseldorf. Erste Lieferung. Vollständig in 12 Lieferungen à 1 M. Verlag von Otto Maier in Ravensburg.

Modern lautet die Parole auch auf dem Gebiete der Schmiedekunst; auch sie schliesst sich den Bestrebungen nach einem neuen Stil an und jeder im praktischen Leben stehende Fachmann, der auf der Höhe der Zeit sich behaupten will, sieht sich nun nach geeignetem Vorlagenmaterial um. Dasselbe soll aber nicht etwa modern-phantastische Zeichnungen bieten, die vielleicht ganz flott aussehen, in der Praxis aber fast unausführbar sind, sondern es soll gut und sicher danach zu arbeiten sein. *Feller*'s Vorlagenwerke sind bekanntlich durchweg schön und praktisch zugleich, in hervorragendem Masse den konstruktiven Eigenschaften des Eisens angepasst, technisch leicht ausführbar, dabei von stets guter Wirkung — wer kennt nicht seine Meisterleistungen wie der „Schlosser", „Eiserne Treppen", „Moderne Kunstschmiedearbeiten"? u. s. w. Auch dieses Werk, das im neuen Stil mit grossem Geschick entworfen ist, wird in den Schlosserkreisen als zeitgemässes Hilfsmittel begrüsst werden.

Artaria's Eisenbahn- und Postkommunikationskarte von Oesterreich-Ungarn und den nördlichen Balkanländern mit Stationsverzeichnis. Verlag von Artaria und Co. Wien 1900. Preis 2 Kronen.

Diese nunmehr in 15. Auflage erschienene, 98 cm breite, 76 cm hohe Karte ist in achtfachem Farbendruck ausgeführt und umfasst ausser Oesterreich-Ungarn noch Rumänien, Bulgarien, Serbien und Montenegro, sowie die nördlichen Provinzen der Türkei und einen beträchtlichen Teil des westlichen, europäischen Russlands. Auf der Rückseite befinden sich ferner eine in Schwarzdruck ausgeführte Spezialkarte der Umgebung Wiens, eine Uebersichtskarte der mit Schlafwagen ausgerüsteten Hauptrouten Mitteleuropas, dann eine Eisenbahn- und Strassenkarte des nördlichen Böhmens und der Umgebung von Prag, sowie endlich eine solche der Umgebung von Budapest. In der Hauptkarte sind hinsichtlich der Eisenbahnverhältnisse alle nur immer wissenswerten, kartographisch darstellbaren Daten über Bau, Betrieb, Geleisezahl u. s. w., ebenso alle Post-, Eilwagen- oder Binnenschiffahrtsverbindungen, die Lage der Stationen und ihre gegenseitigen Entfernungen ersichtlich gemacht. Um das Zurechtfinden zu erleichtern, ist die Hauptkarte in 180 gleiche Felder geteilt und derselben als weitere Ergänzung ein von *Alex. Freund* verfasstes Verzeichnis beigebunden, welches sämtliche Ende des Jahres 1899 für den Personen- und Güterverkehr eröffnete Stationen, sowie die wichtigsten Haltestellen Oesterreich-Ungarns enthält, nebst Angabe ihrer politischen Lage, der zugehörigen Eisenbahnverwaltung und jenes Feldes des Kartennetzes, in welchem die Station liegt. Sowohl die zweckdienliche Anordnung als die tadellose Ausführung, den praktischen, hübschen Umschlagdeckel nicht zu vergessen, machen diese Karte für Transportunternehmung und kommerzielle Institute aller Art zu einem handlichen, übersichtlichen Kontorbehelf, der natürlich namentlich solchen Geschäftsstellen als wertvoll empfohlen werden darf, welche irgendwie mit Stationen der in der Karte enthaltenen Länder in Beziehung stehen.

Eingesandt.

Hausanschluss an das Fernsprechnetz.

Die am 1. Februar 1900 von dem Reichskanzler erlassenen Bestimmungen über die Benutzung der Fernsprecheinrichtungen bieten in dankenswerter Weise für diejenigen Teilnehmer, denen die Bauschgebühren für ein direkt angeschlossenes Telephon zu hoch sind, eine Möglichkeit, sich durch eine Nebenstelle einen wesentlich billigeren Anschluss mit unbeschränkter Benutzung an das Reichsfernsprechnetz zu schaffen. In Wohnhäusern ist es nunmehr gestattet, dass sich bis fünf Mieter vereinigen und einen gemeinsamen Hausanschluss benutzen gegen eine jährliche Abgabe von 15 M. für jeden Fernsprechapparat ausser der Bauschgebühr für den Hauptfernsprecher, welche auf die fünf Teilnehmer gleichmässig verteilt wird.

Durch die Einführung der billigen Nebenanschlüsse wird das Telephon sozusagen popularisiert, da die Postverwaltung hierdurch selbst die breitesten Kreise des Publikums zur Teilnahme an der Erweiterung und Ausdehnung des Fernsprechwesens heranzieht. Die Hauswirte in grösseren Städten werden diese Gelegenheit benutzen, den Wert ihrer Wohnungen dadurch zu erhöhen, dass sie jede derselben mit einem Wohnungsanschluss versehen und werden ihren Mietern die handlichsten und geschmackvollsten Apparate bieten, welche die Industrie zu liefern in der Lage ist. Die Verordnung wird zur Folge haben, dass die Mieter ihrerseits die Einrichtung der Wohnungstelephone von den Hauswirten als selbstverständlich fordern, wie jetzt Gas-, Wasser- und Bedeeinrichtungen zum unerlässlichen Komfort einer besseren Wohnung gehören. Die Umschaltung dieser Wohnungstelephone auf das Reichsfernsprechnetz wird, da, wo es nicht durch den Portier oder eine andere geeignete Person erfolgen kann, nach dem von der *Aktiengesellschaft Mix und Genest* hergestellten System *West* durch einen automatischen Umschalter bewirkt werden. Auch hier können bis zu fünf Nebenstellen an eine Hauptleitung angeschlossen werden, indessen kommt der Hauptfernsprecher für den Portier infolge der automatischen Einschaltung in Fortfall. Der Mieter kann sich durch das blosse Abheben des Fernsprechers vom Haken mit dem Amt direkt ohne Vermittelung einer Person verbinden. Gleichzeitig hiermit verriegelt er die übrigen Sprechstellen, an welchen eine Signalscheibe erscheint zum Zeichen, dass auf der Leitung gesprochen wird. Vom Amt aus wird das Einschalten der gewünschten Nebenstelle und die gleichzeitig erfolgende Sperrung der übrigen mitangeschlossenen Fernsprecher mit Hilfe des Automaten durch mehrmaliges Drücken auf einen Knopf bewirkt. Der Verkehr der fünf an eine Hauptleitung angeschlossenen Mieter untereinander ist gleichfalls möglich. Die Gespräche des einzelnen Mieters können weder mitgehört noch gestört werden.

Die Hauseinrichtungen von Nebenstellen, welche nicht durch die Postverwaltung ausgeführt werden, müssen selbstverständlich denselben technischen Anforderungen genügen, welche die Verwaltung an direkt angeschlossene Telephone stellt und es wird für das Publikum nötig sein, sich bei seinen Fernsprecheinrichtungen der bekannten leistungsfähigen Firmen zu bedienen, deren Apparate hinsichtlich ihrer Güte durch die Reichspost bereits erprobt sind und von dieser dauernd verwendet werden.

Anschliessend an die vorstehenden Erörterungen über die neuen Bestimmungen der Postverwaltung für die Fernsprechnebenstellen ist noch zu bemerken, dass am 1. April das Verbot, die Privattelephone mit den staatlichen Fernsprechleitungen zu verbinden, aufhört. Die Privattelephonnetze in Fabriken, Geschäftsräumen, Bankhäusern und Amtsgebäuden erhalten dadurch eine ganz wesentliche Erleichterung für den geschäftlichen Sprechverkehr, weil es nunmehr gestattet wird, jedes Privattelephon zum Sprechen auf den Postleitungen zu benutzen. Bedingung hierfür ist, dass für je fünf Privatsprechstellen ein Postanschluss vorhanden ist, der die Bauschgebühr von 180 M. bezahlt und dass ausserdem jede anzuschliessende Nebenstelle eine Gebühr von 10 M. an die Reichspost entrichtet. Hierdurch brauchen, wie dies bisher vielfach der Fall war, für den Verkehr nach innen und aussen nicht mehr für jede Sprechstelle zwei getrennte Apparate benutzt zu werden, sondern es kann ein in seiner Ausführung den Anforderungen der Postverwaltung entsprechender Apparat beiden Zwecken dienen. So wird es möglich, die Privattelephonnetze so vollkommen anzulegen bezw. umzubauen, dass sie den jeweiligen besonderen Bedürfnissen des Sprechverkehrs voll entsprechen. Durch Verwendung von Hand- und Tischapparaten in Verbindung mit dem Linienwählersystem der *Aktiengesellschaft Mix und Genest*, bei dem sich jeder Sprechende von seinem Arbeitsplatz aus durch einen einfachen Handgriff sowohl mit den übrigen Sprechstellen als mit dem Postanschluss selbst verbinden kann, wird nunmehr die Bequemlichkeit der Benutzung des Telephons derart erhöht, dass dieses wichtige Kulturmittel in der denkbar zweckmässigsten und vielfältigsten Weise dem Wirtschaftsleben dienstbar gemacht werden kann.

Arnold Bergsträsser Verlagsbuchhandlung (A. Kröner) Stuttgart.
Druck der Union Deutsche Verlagsgesellschaft ebendaselbst.



DINGLERS
POLYTECHNISCHES JOURNAL.

81. Jahrg., Bd. 315, Heft 12. Stuttgart, 24. März 1900.

Jährlich 52 Hefte in Quart. **Abonnementspreis** vierteljährlich 6 M., direkt franko unter Kreuzband für Deutschland und Oesterreich 6 M. 65 Pf., für das Ausland 7 M. 30 Pf. Redaktionelle Sendungen und Mitteilungen bittet man zu richten: An die Redaktion von „Dinglers Polytechn. Journal" in Stuttgart, die Expedition betreffende Schreiben an Arnold Bergsträsser Verlagsbuchhandlung (A. Kröner) Stuttgart.



Bericht über verschiedene Bauausführungen der Pariser Weltausstellung.

(Fortsetzung von S. 117 d. Bd.)

III. Die Kesselhausanlage und das Kanalnetz der Dampf- und Wasserleitung.

Für die mannigfachen kraftverzehrenden Einrichtungen, welche am Marsfelde zur Anschauung gebracht werden oder lediglich dem regulären Ausstellungsbetriebe zu dienen haben, ist der bezügliche Bedarf mit 20000 PS veranschlagt, wovon drei Vierteile allein für die Beleuchtungszwecke und der Rest für die übrigen genannten Anlagen vorgesehen sind. Die zur Deckung dieses Erfordernisses notwendige Dampfmenge wird also dreimal so gross sein als jene, welche bei der letzten Pariser Weltausstellung im Jahre 1889 gebraucht wurde, und man hielt es für geboten, die Dampferzeugungsstellen diesmal möglichst zu zentralisieren, statt sie, wie es sonst geschah, in grösserer Anzahl unabhängig voneinander anzulegen. In Verfolgung dieser Absicht sind die gesamten Dampfkesselanlagen in zwei symmetrisch liegenden Kesselhäusern untergebracht, die sich rechts und links von dem *Zentralpalais für Elektrizität* erstrecken und deren bauliche Anordnung durch Fig. 21 bis 23 im Längsschnitt bezw. in der Draufsicht und im Querschnitte des näheren dargestellt ist[1]). Die beiden Kesselhäuser stehen mit ihrer Längsachse senkrecht gegen die Längsachse des Marsfeldes und liegen der alten, 30 m Spannweite besitzenden Maschinenhalle gegenüber, die diesmal vorwiegend als Kraftstation und für Elektrizität benutzt sein wird. Das linksseitige Gebäude für die Dampfkessel liegt in der Nähe des *Bourdonnais-Einganges* zum Marsfelde, an der *Avenue de la Bourdonnais* und hat die Bestimmung, ausschliesslich Kessel französischer Herkunft aufzunehmen, während das rechtsseitige, der *Avenue de Suffren* zugewendete Gebäude den ausländischen Kesseleinrichtungen gewidmet ist. Natürlich werden hüben wie drüben die Dampfgeneratoren zu gleicher Zeit auch Ausstellungsobjekte bilden, wenngleich für die Dampflieferung Entschädigung geleistet wird.

Zwischen den Dampfanlagen und den nebenliegenden Baulichkeiten ist rundum ein 6 m breiter Weg für die Ausstellungsbesucher freigelassen und jedes der beiden Kesselhäuser befindet sich auf diese Art in einem Hofe, der 117 m in der Länge und 40 m in der Breite misst; die Kesselhallen selbst erstrecken sich also nur auf eine Fläche von $105 \times 28 = 2940$ qm. Die Gesamthöhe der Heizhaushallen beträgt 14,40 m einschliesslich 1,20 m für die Dachlaterne. Die nach allen Richtungen hin offene Heizhaushalle wird von Säulen aus doppelt **N**-Eisen getragen, welche von 9 zu 9 m aufgestellt und in der Flucht, in der Höhe von 5,70 m durch 3,45 aus Winkel- und Flacheisen hergestellte Gitterträger in Verbindung stehen; auch die von 3 zu 3 m verlegten, durch Längspfetten verbundenen Dachgespärre sind ganz gewöhnliche Fachwerksträger. Das sattelförmige, mit Walmen abschliessende Dach ist mit Wellblech eingedeckt. An der ganzen konstruktiven Anordnung der Kesselhalle, die man mit Rücksicht auf ihren nüchternen Zweck und ihre versteckte Lage so billig und einfach wie möglich auszuführen trachtete, findet sich denn auch gar nichts Aussergewöhnliches oder besonders Bemerkenswertes. Um so mehr Gewicht wurde auf eine munifizente zweckdienliche Durchführung der zugehörigen Heiz- und sonstigen Betriebseinrichtungen gelegt, sowie auf eine glänzende architektonische Ausstattung der Schornsteine, von denen späterhin noch ausführlich die Rede sein wird.

Mitten durch die beiden Heizhäuser läuft, wie Fig. 22 und 25 ersehen lassen, ein Eisenbahngeleise, welches durch eine Drehscheibe und eine Weiche mit einem Zweiggeleise des Bahnhofes *Champ de Mars* (vgl. *D. p. J.* 1900 **315** 11) der Französischen Westbahn bezw. der Pariser Ringbahn in Verbindung steht. Das vorgedachte Bahngeleise war gleich nach Fertigstellung der Rauchkanäle, auf denen jetzt der Schienenweg zum Teil ruht (vgl. Fig. 25 bis 31), errichtet worden und hatte seither zur Beischaffung der Baumaterialien gedient, während es nach der Eröffnung der Ausstellung lediglich zur Zustreifung des Brennstoffes benutzt werden soll. Für dieses Geleise wird in der Längsachse jedes der beiden Kesselhäuser ein 4 m breiter Streifen aufgebraucht, der den 105 m langen und 28 m breiten Kesselraum in zwei Hälften teilt. Eine weitere Teilung bringt eine 9 m breite Querpassage mit sich, die nicht ganz in der Mitte des ebengenannten Flächenraumes vorwiegend zu dem Zwecke eingerichtet ist, die Verführung der auf dem Eisenbahngeleise eintreffenden Kohle zu den Kesseln zu ermöglichen. Zur Kesselanlage im engeren Sinne bleiben auf diese Weise in jedem der beiden Kesselhäuser vier Streifen übrig, von denen die zwei kürzeren a_1 und a_2 (Fig. 22 und 25) je 12 m breit und 40 m lang, und die beiden grösseren b_1 und b_2 ebenso breit und 56 m lang sind. Hiervon fallen ferner an den schmalen Seiten noch 1,5 m breite Rampen für das Bedienungspersonal und an den äusseren Längsseiten ein 4 m breiter Rand als Heizraum (Stochraum) weg, während die restlichen Räume, nämlich zwei Streifen von je 8 m Breite und 37 m Länge und zwei ebenso breite Streifen von je 53 m Länge ausschliesslich für die Fundierungen der Dampfgeneratoren zur Verfügung stehen. Daselbst werden die Kessel derart untergebracht, dass sie die Kehrseite dem Eisenbahngeleise und die Vorderseite dem 6 m breiten, für die Ausstellungsbesucher bestimmten Wege zuwenden.

Aus Fig. 24 ist der Querschnitt und in Fig. 25 der Grundriss der doppelten Rauchkanäle ersichtlich, durch welche die Verbrennungsgase der Kesselheizungen ihren Weg zum Schornstein finden. Diese Rauchzugkanäle sind in fünf ungleich lange Zonen *1, 2, 3, 4* und *5* (Fig. 21, 24 und 25) geschieden, deren Scheitel von Beginn bis zum Schornstein durchweg in gleicher Höhe verläuft, wogegen sich die Sohle in den letzten drei Zonen um je 90 cm stufenartig erniedrigt. Die letzten Abschnitte *5* der Rauchzugkanäle (Fig. 25) wenden sich von der Längenachse in einem Achtelbogen von 8 m Radius nach auswärts, bilden

[1]) S. a. 1899 **313** * 30.

dann eine 10 m lange Gerade, die zur Hauptachse eine Neigung von 45° besitzt und schliessen sich endlich mit einem Bogen von 135° und einem Radius von 4,50 m an den Schornstein an, wo der Eintritt des Rauchzuges durch die Wand der Esse (*W* in Fig. 24, 25, 33, 42 und 43) wieder als kurze Gerade erfolgt. Um die aus den beiden einander entgegengesetzten Richtungen eintreffenden Verbrennungsgase nicht gleich an der Sohle des Schornsteins aneinander stossen zu lassen, ist der letztere durch eine 8 m hohe senkrechte Mauer *w* (Fig. 25) in zwei Hälften geschieden. Diese Scheidemauer steht zur Achse der Kanalmündungen in einem Winkel von 45°, wodurch im wesentlichen störende Rauchwirbel beseitigt werden, die auftreten würden, wenn die einströmenden Gase senkrecht auf die Wand stossen würden. Von den fünf Zonen der Rauchkanäle, deren Querschnitte in Fig. 26 bis 30 dargestellt sind, haben die der Zone *1* (Fig. 26) eine Höhe von 2 m und eine lichte Weite von 1,175 m; letztere vergrössert sich in der Zone *2* (Fig. 27) auf 2,6 m, welche Spannweite dann in allen übrigen Abschnitten bis zur Einmündung beim Schornstein dieselbe bleibt, wogegen die Höhe hinter *2* von Zone zu Zone, wie schon oben erwähnt wurde, um 0,9 m zunimmt. Das aus bestem feuerfesten Ziegelmaterial hergestellte Mauerwerk ist auf eine starke Betonschicht errichtet, ebenso sind die Räume zwischen den äusseren Mauerwänden und dem Erdreich mit Beton ausgegossen. Zur Ausfüllung des zwischen den beiden Rauchkanälen vorhandenen Raumes *R* wurde jedoch nur sandiger trockener Flussschotter verwendet, wogegen das Ganze zu oberst noch durch eine 0,15 m hohe Schutzschichte *T* (Fig. 26 bis 30) aus gestampftem Beton abgedeckt worden ist. In die Zonen *3*, *4* und *5* treten die Verbrennungsgase der ihnen zugewiesenen Kesselheizungen nicht mehr direkt, sondern durch Vermittelung eigens eingerichteter Nebenfüchse *f* (Fig. 24 und 25) ein, deren nähere Anordnung Fig. 31 im Querschnitt und Fig. 32 im Grundriss ersehen lässt. Es befinden sich immer je drei Füchse nebeneinander, die neben der äusseren Seitenwand des betreffenden Hauptrauchkanals durch schwache Zwischenmauern voneinander getrennt, nach abwärts geführt und an der Kanalsohle durch Viertelbogen in den Kanal eingeleitet sind. Hier verhindern die gusseisernen Deckplatten P_1, P_2 und P_3, welche die drei einmündenden Nebenfüchse oben abschliessen, das Stauen der zuströmenden, frischen Verbrennungsgase und zwingt dieselben, noch vor der Vermischung mit den übrigen im Kanal abziehenden Gasen die Bewegungsrichtung der letzteren anzunehmen, so wie es in Fig. 32 durch die eingezeichneten Pfeile angedeutet ist. Um allenfalls für Untersuchungszwecke einen Zutritt zu den drei Füchsen zu ermöglichen, sind die senkrechten Schächte derselben zu oberst nicht überwölbt, sondern mittels Fallthüren *D* aus Gusseisen verschlossen.

Was nun die zugehörigen Schornsteine anbelangt, deren bauliche Ausführung durch die Fig. 33 bis 47 veranschaulicht ist, so fallen an denselben in erster Linie ihre beträchtlichen Abmessungen auf, die sich einerseits schon in Anbetracht der ganz ausserordentlichen Zahl von Feuerungsanlagen, die mit jeder der beiden Essen zu verbinden sein werden, als geboten herausstellten, andererseits aber auch schon deshalb gewählt wurden, weil diese Bauwerke von vorhinein bestimmt waren, abgesehen von ihrer praktischen Aufgabe, zugleich — buchstäblich hervorragende — Ausstellungsstücke zu bilden. In letzterer Beziehung sollten sie als weithin sichtbarer, aussergewöhnlicher Schmuck des Marsfeldes dienen, weshalb man sich veranlasst gefunden hatte, für die betreffenden Entwürfe und deren Bauausführung einen besonderen Wettbewerb[2]) auszuschreiben. Es war ja auch ursprünglich geplant, die beiden Schornsteinschäfte, ähnlich wie das Ausstellungshauptthor am Concordiaplatze (vgl. S. 117), während der Dauer der Ausstellung nachts teils transparent zu erleuchten, teils nach dem Verlaufe der architektonischen Konturen mittels elektrischer Glühlichter zu illuminieren, doch wurde diese auf unüberwindliche Ausführungsschwierigkeiten stossende Absicht wieder fallen gelassen. Man wird sich damit begnügen, die Aussenseite der Schornsteine durch Scheinwerfer zu beleuchten, was mit Rücksicht auf die kräftige Gliederung der Gesimse und das reiche plastische oder glitzernde Zierwerk der gedachten Bauwerke ebensowohl die Erzielung ganz bedeutender Effekte erhoffen lässt. Als wirklich imposante Ausstellungsstücke können nun allerdings die beiden Schornsteine eben nur wegen ihrer ganz aussergewöhnlich prächtigen Ausschmückung gelten, während sie als industrielle Bauwerke gegenüber anderen bedeutenden Essen, wie solche in grossen Etablissements Frankreichs, Englands oder anderer Länder nicht gerade häufig, aber doch auch nicht allzu selten bereits vorhanden sind, keine wesentlichen Neuerungen oder Besonderheiten aufweisen.

Für den der *Avenue de la Suffren* gegenüber liegenden Schornstein (Fig. 33 bis 41) waren die Baukosten mit 203000 Frcs. veranschlagt; um diese Summe ist die Herstellung seitens der rühmlich bekannten Kaminbauunternehmungsfirma *Nicou und Demarigny* übernommen und in befriedigendster Weise durchgeführt worden. Der besagte

[2]) Auf dieses Konkursausschreiben sind von 10 Unternehmungen 18 Projekte an die Generaldirektion der Ausstellung eingelaufen, von denen aber alle, bis auf zwei oder drei Ausnahmen, den festgesetzten Kostenbetrag von 200000 Frcs. weit überschritten hatten. Unter diesen während mehrerer Tage öffentlich ausgestellt gewesenen Konkurrenzarbeiten gab es auch recht abenteuerliche Entwürfe, wie z. B. einen zweiwandigen Schornstein, dessen äusserer Ring eine Wendeltreppe bildet, eine Esse, deren Verzierung Kohle, Flammen und Rauch symbolisieren sollte, eine ägyptische Säule, überragt von einem Glockenturm und flankiert von 4 Eisenpylonen, die Lichtkugeln tragen sollten, u. dgl. m.
Anm. d. Red.

Fig. 21. Kesselhausanlage (Querschnitt parallel zur Breitenachse des Marsfeldes).

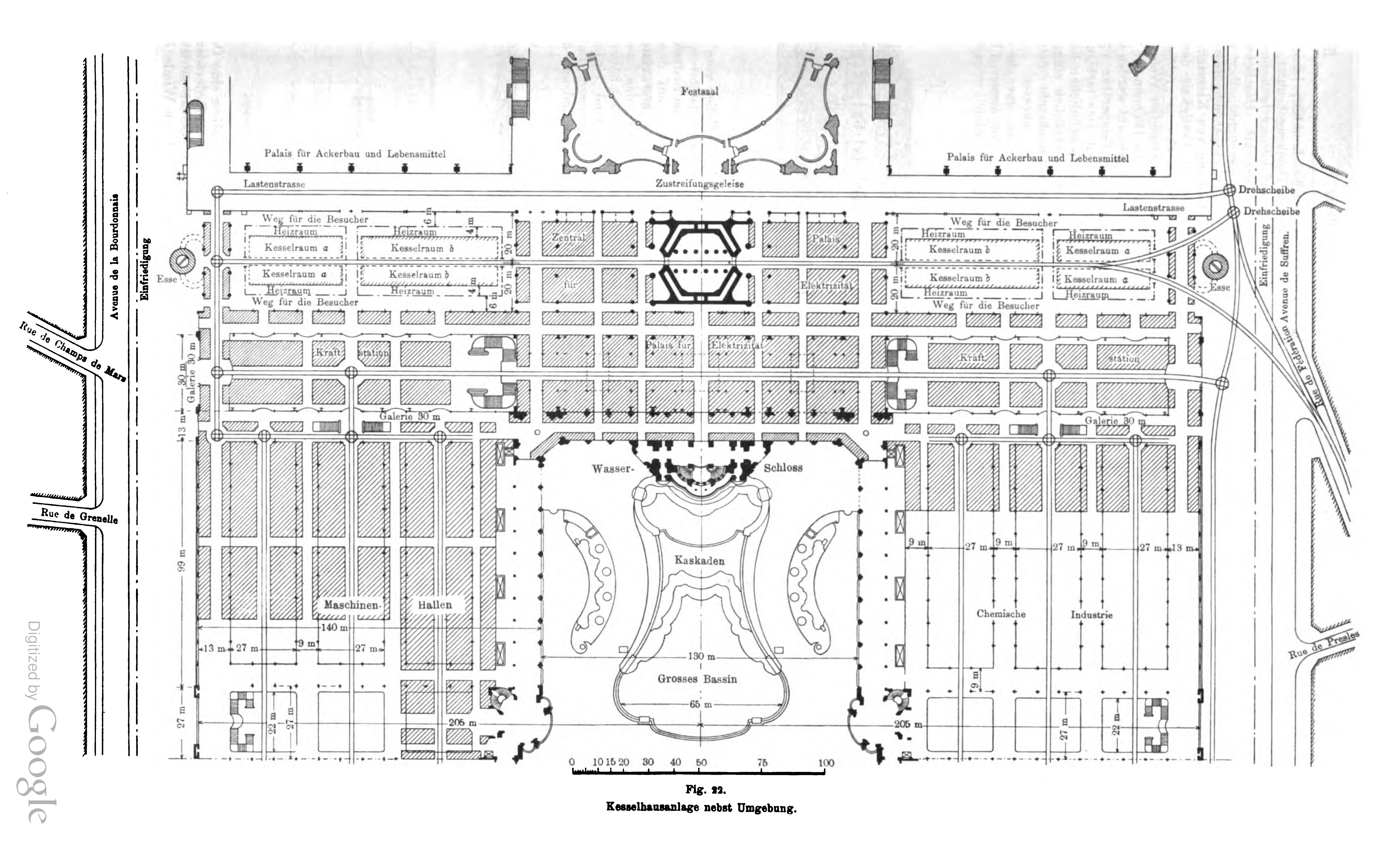


Fig. 22.
Kesselhausanlage nebst Umgebung.

Schornstein besitzt über dem Erdboden eine Höhe von 80 m, wovon 16 m für den mächtigen Sockel entfallen; der innere Durchmesser misst am Fusse des Schaftes 6,20 m, am Kopfende 4,50 m, und die Wandstärke beträgt zu unterst 2,90 m und zu oberst 0,23 m. Um die Reduktion der Wandstärken durchzuführen, ist das Mauerwerk achtmal abgesetzt und die zur Herabminderung des Querschnittes erforderliche Schräge (Schmiegung) beläuft sich vom oberen Sockelrande an im Mittel auf 3 cm für 1 m Schafthöhe. An acht Stellen, die in Fig. 33 durch doppelte gestrichelte Querlinien angedeutet sind, hat man das Mauerwerk mit eisernen Verstärkungsringen versehen und ein wohlberechnetes, wirksames Schliessennetz zieht sich als weitere Sicherung durch den ganzen Bau. Für den Entwurf der Fundierung konnte hinsichtlich der Widerstandsfähigkeit des Grundes ein ziemlich genaues Urteil im vorhinein zufolge der Erfahrungen geschöpft werden, welche in dieser Beziehung bei dem Baue der anstossenden alten Maschinenhalle gemacht worden waren. Bei dieser Anlage, deren Fundierung sich trefflichst bewährt, beträgt nämlich die Last auf jeden Pfeiler 12 t und der hierdurch bewirkte Druck auf den Erdboden pro Quadratcentimeter 1,32 kg. Das Gewicht der Esse, das sich auf 5,733 t beläuft, übt hingegen nur einen Erddruck von 1,16 kg pro Quadratcentimeter aus. Wegen der grossen Abmessungen der früher besprochenen beiden Rauchzugkanäle, die im untersten Teile des Schornsteines einzuführen waren, musste der Schaft bis zu einer Tiefe von 8 m unter den Erdboden niedergebracht werden. Der örtliche Grund bestand aus einer 16 m mächtigen Schicht von plastischem Thon, welcher körnigen Kiessand überlagert. In diesen Sand sind mittels einer Dampframme 138 Pfähle von 9,50 m Länge und 0,43 m Stärke eingetrieben worden, die mit ihrem oberen Ende 85 cm über die Sohle des Fundierungsschachtes emporragen, der in einer Höhe von 1,50 m und einem Durchmesser von 18 m in der Form eines Cylinders mit Steinschlag in Cement ausgemauert ist. Das darauf aufgeführte Grundmauerwerk KK_1 (Fig. 42) aus Bruchsteinen in Kalkmörtel besitzt eine Höhe von 6,25 m; hier beginnt dann der Sockelanlauf des Schaftes, der aber noch 55 cm unter dem Niveau des Erdbodens liegt. In der Gicht des Schornsteines ist die Grundmauer aus Stein durch ein Futter aus besten hitzebeständigen Ziegeln verkleidet.

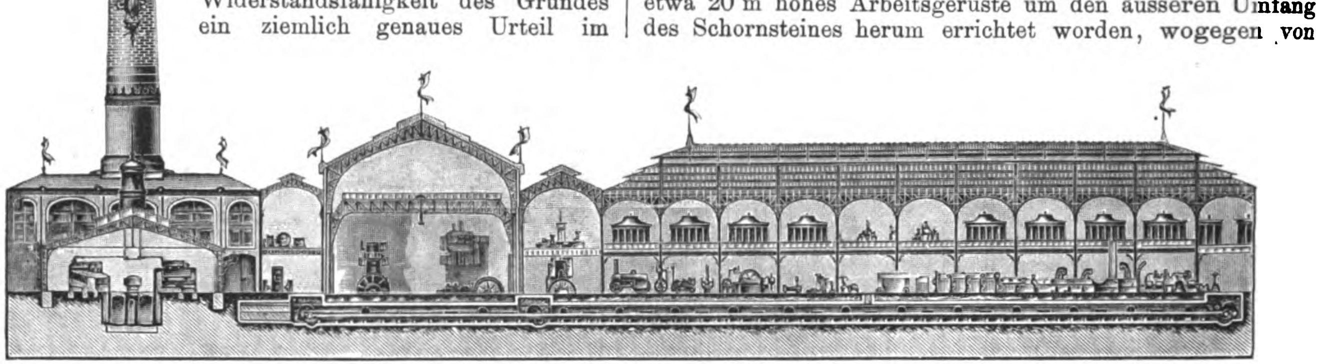


Fig. 23.
Kesselhausanlage (Querschnitt parallel zur Längenachse des Marsfeldes).

Fig. 24.

Fig. 25.

Fig. 24. Querschnitt. Fig. 25. Grundriss der Rauchzuganlage.

Die Hauptdekoration der Esse ist durch das starkgegliederte Sockelgesims mit Säulen und Nischen und durch das kronenförmige Kapitell sowie durch die reichen Grundmuster gewonnen, welche aus farbigen, teils glasierten, teils unglasierten Ziegeln ausgeführt sind. Für die Hauptflächen sind weisse Ziegel benutzt, für die Dessins rote und schwarze. Für alle Skulpturen und Gesimse, die nicht mittels Ziegel ausgeführt werden konnten, ist ein neuartiges, von *Siever* erfundenes Thonzeug benutzt, das als haltbarer, wesentlich leichter und billiger bezeichnet wird, als das gebräuchliche Terracottazierwerk. Das Rohmaterial für dieses neuartige keramische Erzeugnis, über welches *Le Génie civil*, Bd. XXXIV S. 11, eingehende Mitteilungen brachte, besteht aus einer Mischung von Kiessand, reiner Thonerde und Flussspat, dessen Festigkeit durch ein eingeflochtenes Gerippe und Netzwerk aus grobfaserigem Eisen- oder Expansionsmetall in verwandter Weise erhöht wird, wie beim Moniermauerwerk. Das Brennen der Stücke, die bis 3 m lang und 1,50 m breit gemacht werden können, geschieht im Muffelofen bei einer Temperatur von 1000 bis 1200° C. Soll das Stück auch noch eine farbige Glasur erhalten, so wird diese in einem gewöhnlichen liegenden Brennofen bei 900 bis 1000° C. nachträglich eingebrannt. Das am geschilderten Schornstein angebrachte *Siever*'sche Zierwerk hat im ganzen 25000 Frcs. gekostet.

Zur Durchführung des Sockelbaues war ein eigenes etwa 20 m hohes Arbeitsgerüste um den äusseren Umfang des Schornsteines herum errichtet worden, wogegen von hier an, weiter aufwärts, die Arbeiten lediglich vom Inneren des Schlotes aus erfolgten. Für diesen letzteren Zweck wurde zuvörderst im Niveau des gewachsenen Erdreiches *SS* (Fig. 42) ein feststehender Betriebsboden auf den in die Wand eingelassenen Querbalken GG_1 improvisiert und sodann das mobile Gerüste *L* errichtet, das man nach Massgabe des Baufortschrittes absatzweise höher legte. Dieser letztgedachte Arbeitsboden bestand einfach aus Querbalken, für deren Köpfe das angemessen tiefe Auflager in der Kaminwand ausgespart war, und aus der darüber gelegten Bohlendiele, die in der Mitte eine Oeffnung zum Durchlassen der nach oben zu befördernden Baumaterialien hatte. Diese Förderung geschah mittels eines Drahtseiles *J*, das über die Trommel der Winde *D*, eine Leitrolle P_1 und die Tragrolle *P* lief. Letztere hing auf einem starken Tragbalken *T*, der auf zwei Untermauerungen *M* gelagert war und natürlich stets gleichzeitig und im gleichen Masse wie das Gerüste *L* höher verlegt wurde. Der Antrieb der mit Doppelbremse, Sicherheitsgesperre und selbstthätiger Kuppelung versehenen Winde erfolgte

durch eine seitlich des Arbeitsplatzes aufgestellte Lokomobile mittels einer Riemenübertragung *E*.

Die Spitze des Schornsteines wird mit einem Blitzableiter versehen, der aus einer 12,50 m hohen, aus galvanisch verkupfertem Schmiedeeisen hergestellten Auffangstange besteht, deren Stärke am unteren Ende 80 mm

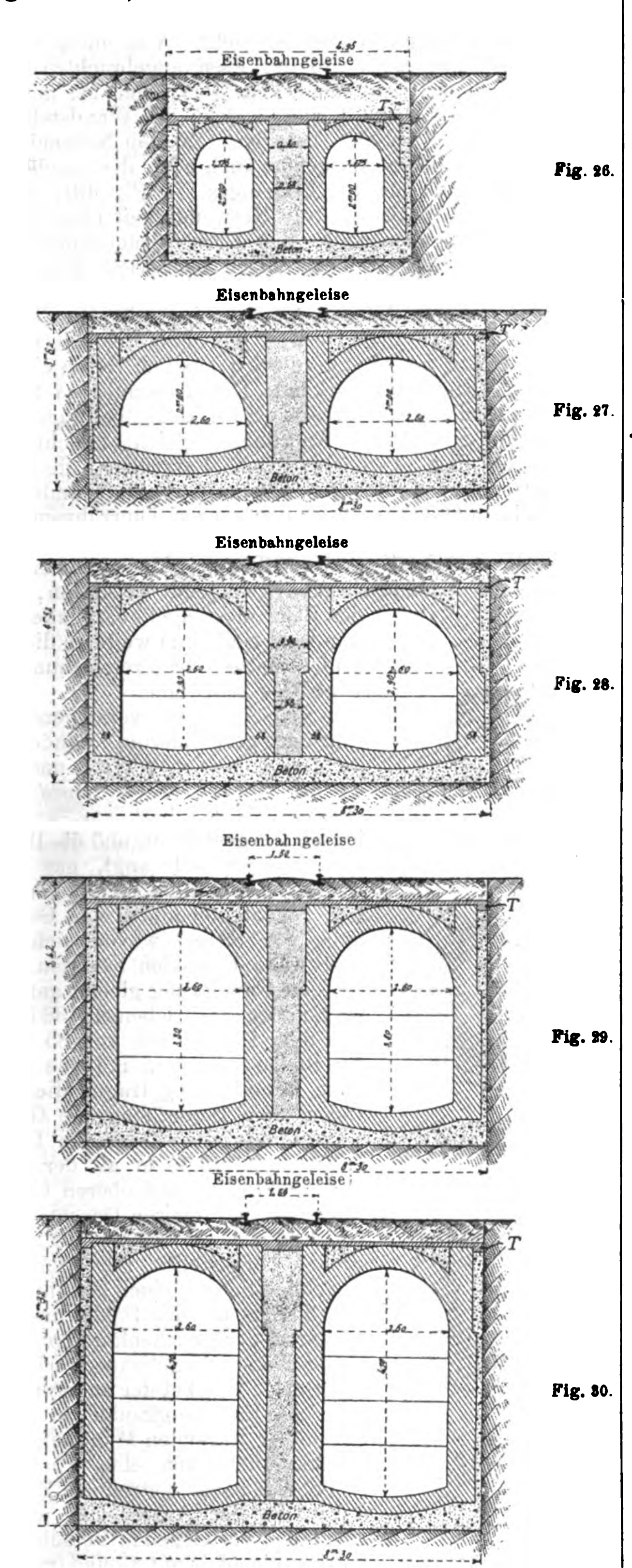


Fig. 26 Rauchzugquerschnitt der 1. Zone, Fig. 27 der 2. Zone, Fig. 28 der 3. Zone, Fig. 29 der 4. Zone, Fig. 30 der 5. Zone.

und am oberen 35 mm beträgt; letzteres ist mit einem Rotkupferkegel verschraubt, der zu oberst in einer stumpfen Platinspitze ausläuft. Die Auffangstange steht mit ihrem Fussende in der Mitte eines eisernen Querträgers, der diametral 5,5 m unterhalb der Schornsteinmündung eingemauert ist; gleichzeitig wird sie von vier gebogenen Streben aus galvanisch verkupfertem Rundeisen gehalten, welche sich einerseits auf den Rand der Esse stützen und hier festgeklammert sind, während sie andererseits mit der Auffangstange durch ein Würgeband in fester Verbindung

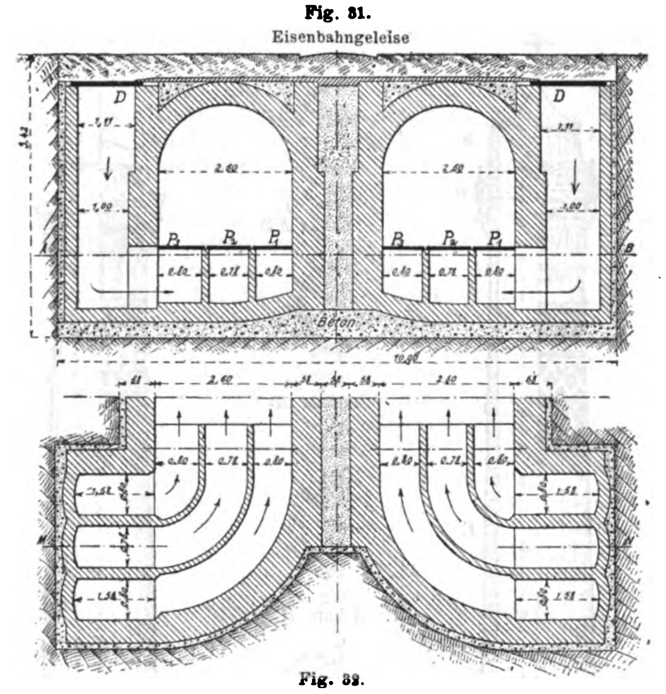


Fig. 31 Querschnitt, Fig. 32 Grundriss der in den Zonen 3, 4 und 5 einmündenden Füchse.

stehen und zu einer dekorativen Rosette ausgestaltet sind. Alle diese Teile werden mittels angenieteter und aufgewundener Kupferdrähte untereinander in leitende Verbindung gesetzt und ebenso mit einem am Essenrande angebrachten Kupferdrahtgürtel verbunden, von dem zwei Rotkupferdrahtseile als Erdleitungen nach abwärts führen. Von den letzteren wird das eine Kabel an das Rohrnetz der Wasserleitung angeschlossen, während das andere mit einer eigenen Erdleitung, nämlich mit einem in den Erdboden eingetriebenen Mannesmannrohr in geeignete Verbindung gebracht wird.

Schnitt m n

Fig. 42. Bauausführung im Schornsteinschafte.

Um innerhalb des Schornsteins den Aufstieg zu ermöglichen, sind in der Schlotwand von 33,3 zu 33,3 cm voneinander ⊏-förmige Bügel aus 28 mm starkem Rundeisen eingemauert, die als Leitersprossen dienen und eine Breite von 40 cm aufweisen.

Die ganze Länge jeder Bügelpratze beträgt 42,6 cm; davon ist das Ende in der Länge von 10 cm senkrecht aufgebogen und die auf diese Weise gebildeten zwei Haken des Bügels sind 14,8 cm tief eingemauert, so dass der Abstand der Sprosse von der Wand 15 cm beträgt. Bei jedem vierten solchen Bügel ist parallel noch ein zweiter, grösserer, ebenfalls aus 28 mm starkem Rundeisen bestehender Bügel eingemauert, der den Zweck hat, dem aufsteigenden Arbeiter

als sichernde Ruhestelle zu dienen, oder die Anbringung eines Hängegerüstes oder Aufzuges zu ermöglichen. Die beiden Pratzen dieser weiten Bügel sind an den Enden auch wieder 10 cm senkrecht aufgebogen und 25 cm tief eingemauert; die Weite des Bügels beträgt 75,6 cm und die Entfernung der Sprosse von der Schlotwand 80 cm. Nebst diesem Aufstiege ist an der Aussenseite des Schornsteines oberhalb des Sockels ein zweiter vorgesehen, der lediglich aus 70 Rundeisenstäbe besteht, die radial in die Mauer eingelassen sind. Jede dieser Sprossen ist in ihrer Mitte zu einer Oese umgebogen und auf diese einfache Weise zum Einhängen einer Leiter, eines Gerüstes oder einer Aufzugvorrichtung geeignet gemacht. Von unten werden die an der Aussenseite der Esse angebrachten Steigsprossen gar nicht bemerkbar sein, weil sie mit derselben Farbe bemalt sind, welche die Wandstelle besitzt, an der sie sich befinden. Zu den Nebeneinrichtungen ähnlicher Art gehört auch noch die rauchdichte Verschlussklappe des Einganges (*R*, Fig. 42), welche für den Fall, als sich die Notwendigkeit einer Untersuchung ergeben sollte, den Eintritt zum Inneren des Schornsteines vermittelt. Der Thürstock dieses Einganges besteht aus einem viereckigen, gusseisernen, eingemauerten Rahmen mit vorspringenden Randleisten, an den eine starke, etwas gewölbte Eisenblechplatte angedrückt ist. Letztere wird nämlich durch eine auf ihren Mittelpunkt wirkende Druckschraube so fest an den Rahmenrand gepresst, dass sie denselben rauchdicht abschliesst. Diese Anordnung gleicht ersichtlichermassen dem *Papiniani*'schen Verschluss, denn die Mutter der vorbesagten Klemmschraube befindet sich in einem Querbügel, der den ganzen Thürrahmen überspannt und von letzterem nur mittels Haken gehalten wird. Soll der Zugang geöffnet werden, so hat man zuerst die Klemmschraube genügend zu lüften, dann den Schraubenbügel auszuhaken und nun lässt sich ohne weiteres die Verschlussplatte zur Freimachung des Eintrittes beseitigen.

Fig. 34. Schnitt A B

Fig. 35. Schnitt C D

Fig. 36. Schnitt E F

Fig. 37. Schnitt G H

Fig. 38. Schnitt J J_1

Fig. 39. Schnitt K L

Fig. 40. Schnitt M N

Schnitt O P
Fig. 41. Fig. 33.
Schornstein an der Avenue de Suffren.

Schnitt G H
Fig. 47. Fig. 43.
Schornstein an der Avenue de la Bourdonnais.

Fig. 44. Schnitt A B

Fig. 45. Schnitt C D

Fig. 46. Schnitt E F

Zwischen dem vorstehend ausführlich geschilderten Schornstein an der *Avenue de Suffren* und dem an der *Avenue de la Bourdonnais* (Fig. 43 bis 47) bestehen, was die innere Ausgestaltung und die Hauptabmessungen anbelangt, gar keine wesentlichen Unterschiede; der letztere besitzt gleichfalls eine Gesamthöhe von 88 m, wovon sich 8 m unter dem Erdboden befinden. Die Art der Fundierung gleicht ganz der weiter oben beschriebenen; 138 Pfähle von 9 m Länge, bis auf 85 cm in den Boden getrieben, und eine 1,50 m hohe Betonbettung tragen die Esse. Ueber dem Beton sind die Grundmauern mit einem äusseren Durchmesser von 16,50 m an der Basis und 12,90 m an der oberen Gleiche sowie mit den inneren Durchmessern von 4,36 m bezw. 6,90 m aus Bruchsteinen hergestellt. Der Gichtraum ist schliesslich auf einen Durchmesser von 3,20 m an der Sohle und von 6,20 m an der Gleichenlinie mit hitzebeständigem Ziegelmauerwerk ausgefüttert. Wie bei der anderen Esse sind die Rauchzugkanäle in genau gegenüber liegenden Mündungen zugeführt und durch eine 8 m hohe Scheidemauer getrennt. Zum Schmucke der Aussenseite wurden ebenfalls vorwiegend verschiedenfarbige Ziegel benutzt, und reichgegliederte Gesimse sowie plastisches Zierwerk aus *Sièver*'schem Thonzeug vervollständigen auch hier die architektonische Ausstattung. Doch sind weder grelle Farben noch glitzernde Glasuren zur Verwendung gekommen, sondern nur matte, sanfte Farbenabstufungen, wodurch sich die Wirkung des Bauwerkes als Kunstbau entschieden vornehmer und an-



sprechender herausstellt, als bei dem prunkhafteren, fast aufdringlich schön gemachten Schornstein der *Avenue de Suffren*. Der Schornstein der *Avenue de la Bourdonnais* ist von der Bauunternehmung *Toisoul und Fradet* nach ihrem prämiierten Entwurfe ausgeführt worden und zwar was die Art der Baudurchführung, der Gerüstung, der Materialförderung u. s. w. betrifft, ganz in gleicher Weise, wie bei der zuerst betrachteten Esse. Diese Uebereinstimmung erstreckt sich endlich auch noch auf die innere und äussere Aufstieganordnung, den Blitzableiter und die rauchdichte Untersuchungsthür. Die Kosten belaufen sich fast genau auf die von der Ausschreibung festgestellte Höhe von 200000 Frcs.

Der in Rede stehende Schornstein ist seiner Vollendung näher als der andere und dürfte zur Zeit bereits ganz fertig gestellt sein; jedenfalls ist der Stand der Arbeiten an beiden Bauwerken so weit vorgerückt, dass die Möglichkeit der rechtzeitigen Inbetriebsetzung der Dampfgeneratoren, ja selbst vor dem festgesetzten Zeitpunkte — insoweit es sich um die Schornsteine handelt — nichts im Wege liegen wird. Genau vor einem Jahre wurde (im März) mit den Grundaushebungen für die beiden Essen begonnen und von da an gingen die Arbeiten rasch und anstandslos weiter, bis der eingetretenen Winterkälte wegen das Bauen in freier grosser Höhe eingestellt werden musste. Die Fundierungen mit allen ihren Vorarbeiten und die Fertigstellung des Grundmauerwerkes hatten allein schon

Prozesse ein aussergewöhnlich hoher Verbrauch verursacht wird. Es stellte sich sonach für die Dampfverteilung ein ganzes Netz von Kanälen als erforderlich heraus, das von den beiden Kesselhäusern ausgehend sich unter die Kraftstationen, die Hallen für Elektrizität, Maschinenwesen, chemische Industrie u. s. w. erstreckt, und dessen Stränge nach zwei Richtungen verlaufen, nämlich entweder parallel zur Hauptlängenachse des Marsfeldes oder senkrecht auf dieselbe. An den Kesselhäusern endigt oder beginnt vielmehr dieses Netz, das zusammen eine Längenausdehnung von 1470 m besitzt, in je einem nach aufwärts geführten Rohre, das bis über das Dach des Heizhauses emporragt und in gleicher Weise wie ein Schornstein die Ventilation der Dampfleitungskanäle besorgt. Letztere haben übrigens nicht bloss der Dampfverteilung, sondern gleichzeitig auch noch drei anderen Zwecken zu dienen. In denselben sind nämlich nebst den Dampfrohren fürs erste auch die aus dem untersten Bassin der Wasserschlosskaskaden kommenden Hauptrohre, die das Unterdruckwasser für die Kondensatoren [3]) sämtlicher Dampfmaschinen der Kraftstationen u. s. w. liefern sollen, zweitens die Hauptrohre, welche das heisse Wasser von den Kondensatoren empfangen und es an verschiedene Verbrauchsstellen bringen, sowie schliesslich in die Seine abführen, und drittens die Rohre für die Nutz- und für die Trinkwasserleitungen untergebracht.

Abgesehen von geringen Unterschieden in der Anzahl und Stärke der Rohrleitungen, die in Anbetracht der un-

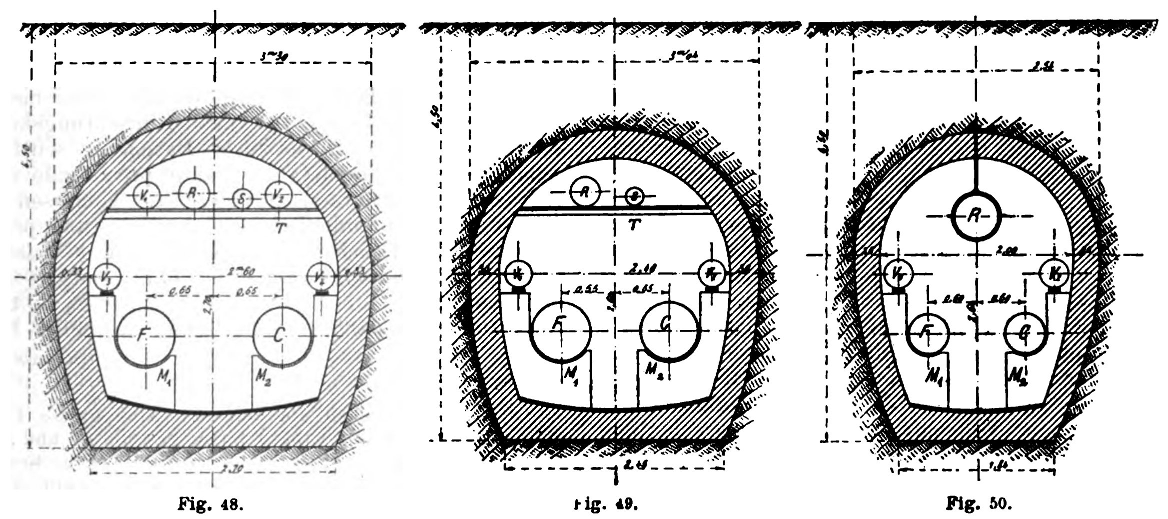


Fig. 48. Fig. 49. Fig. 50.

Querschnittstypen der Dampf- und Wasserleitungskanäle.

etwa 3 Monate der Bauzeit aufgezehrt, ebenso nahm die Herstellung des Sockels zufolge der schwierigen Fassadedurchführung und namentlich wegen der etwas mühsamen heiklichen Einsetzarbeit, die die reichliche Verwendung des Thonzeugzierwerkes mit sich brachte, verhältnismässig viel Zeit in Anspruch; dass nichtsdestoweniger so günstige Vollendungstermine erzielt werden konnten, darf als ein glänzendes Zeugnis für die Leistungsfähigkeit der beiden beteiligten Bauunternehmungen angesehen werden.

Im innigen Zusammenhange mit der Dampferzeugungsanlage steht natürlich die *Anlage der Dampfverteilung*, welche eine um so grössere Bedeutung besitzt, als es sich diesmal um einen ganz riesigen Dampfverbrauch handelt. Wohl ist durch den Umstand, dass die Dampfmaschinen, welche den normalen Kraftbedarf für den Ausstellungsbetrieb zu decken haben, der sich — wie bereits eingangs erwähnt worden — für gewöhnlich auf 5000 PS, während der Beleuchtungsstunden aber auf 20000 PS beläuft, in zwei unmittelbar neben den Kesselanlagen errichteten Hauptkraftstationen zentralisiert sind, eine wertvolle Erleichterung für die Dampfverteilung geschaffen, allein es bleiben noch im weiten Raume des Ausstellungsgebietes am Marsfelde eine Menge anderer Bedarfsstellen für Dampf übrig, die versorgt werden müssen. Namentlich ist es der Umstand, dass auf der diesjährigen Weltausstellung zahlreiche Fabrikzweige in ihrem ganzen technischen Verlaufe vorgeführt werden sollen, wodurch nebst dem Aufwande für Kraft eben auch noch für verschiedene andere dampfverzehrende

gleichen örtlichen Bedürfnisse wechseln, weist die Ausführung der Verteilungskanäle nur drei Haupttypen auf, deren Querschnitte die Fig. 48 bis 50 wiedergeben. Alle diese Kanäle haben die Form schmaler Tunnel und sind mit halbkreisförmigen Deckenbogen und flachen Fussgewölben aus gepressten bezw. keilförmigen Ziegeln hergestellt; die gesamten inneren wie äusseren Wandflächen der Kanäle haben einen mindestens 1 cm starken Bewurf, ausserdem aber an der Sohle eine 2 cm dicke Deckschichte aus Cementmörtel erhalten. In den Kanälen des grössten Querschnittes (Fig. 48) befinden sich vier Dampfverteilungsrohre V_1, V_2, V_3 und V_4 von je 0,25 m Durchmesser, ferner das Nutzwasserleitungsrohr R von 0,30 cm und das Trink-(Quell-)wasserrohr S von 0,15 m Stärke, endlich das 0,60 m starke Hauptrohr F mit Kaltwasser für die Kondensatoren und das ebenso starke Rohr C für das von den Kondensatoren abziehende Warmwasser. Für die Auflagerung der letztgenannten zwei Rohrleitungen und der zwei Dampfleitungen V_3 und V_4 hat man innerhalb bestimmter gleichmässiger Abstände rechts und links an den Tunnelwänden schmale Untermauerungen M_1 und M_2 aus Ziegel in Cementmörtel ausgeführt, während die übrigen vier Rohrleitungen

[3]) Es ist für die diesmalige Pariser Weltausstellung ausdrücklich angeordnet worden, dass die Dampfmaschinen mit Kondensation eingerichtet sein müssen, um der Unannehmlichkeit zu begegnen, dass Dampf am Ausstellungsplatze ausgepufft werde. Anm. d. Red.



auf Querträgern T aus Winkeleisen aufliegen, die 0,57 m unter dem Deckenscheitel in die Kanalwände eingemauert sind. Die Gesamthöhe dieser Kanaltype, von welcher im ganzen 530 laufende Meter ausgeführt wurden, beträgt 2,70 m und die Spannweite des Deckengewölbes 2,60 m. Die etwas engere, zweite Kanalform (Fig. 49) erstreckt sich auf 730 laufende Meter und ist 2,60 m hoch, 2,40 m breit; daselbst befinden sich bis auf zwei Dampfrohre ganz dieselben Rohrleitungen, wie in den Kanälen der ersten Gattung, und auch in ganz gleicher Unterbringung, nämlich auf einem eingemauerten Querträger T aus Winkeleisen und den beiden Untermauerungen M_1 und M_2. Von der dritten und letzten, nur 2,00 m breiten und 2,60 m hohen Kanalgattung, des in Fig. 50 dargestellten Querschnittes sind nur 210 laufende Meter vorhanden; in derselben befinden sich ein 0,45 m weites, an der Decke mittels Halsringen und durch den Gewölbsscheitel geführter Bolzen aufgehängtes Flusswasserrohr R, dann zwei Dampfleitungen V_1 und V_2, beide wieder von 0,25 m Durchmesser, und je ein 0,40 m weites Rohr F für Kalt- und C für Warmwasser der Kondensation.

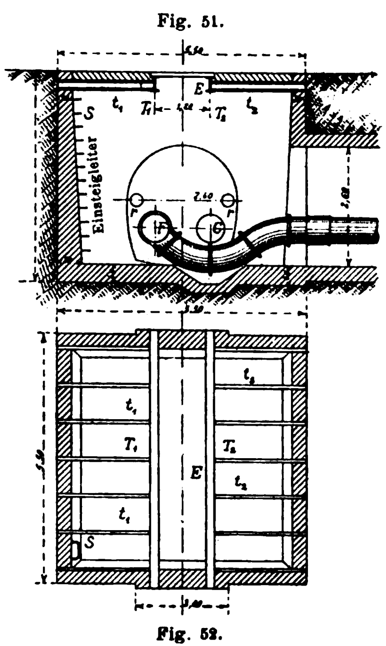


Fig. 51. Querschnitt, Fig. 52. Grundriss einer Förderkammer der Dampf- und Wasserleitung.

Wie weiter oben schon bemerkt wurde, streichen diese Kanäle entweder parallel zu der Hauptachse des Marsfeldes oder senkrecht darauf; an den sich hieraus ergebenden Kreuzungs- oder Abzweigungspunkten sind die Abzweigekniee an den Rohren, die Dampfreinigungsvorrichtungen, Rohrwechsel oder Abschlusshähne, kurz alle für die Verteilung des Dampfes oder des Wassers erforderlichen Regulier- oder sonstigen Hilfseinrichtungen angebracht, die jedoch selbstverständlich nicht genügenden Platz finden könnten, wenn an diesen Stellen die gewöhnlichen Kanalprofile beibehalten würden. Deshalb, und um das Einziehen der Rohrnetze zu erleichtern, wurden an sämtlichen in Rede stehenden Kreuzungspunkten eigene Förderkammern von der in Fig. 51 und 52 ersichtlich gemachten Anordnung eingebaut, welche 4,50 m lang und ebenso breit sind. Die Sohle dieser in Ziegeln ausgeführten Kammern liegt im Niveau der Kanäle und ist durch eine doppelte Ziegelsturzschar mit 2 cm starker Cementmörtelabdeckung abgepflastert; die Decke besteht aus den beiden I-förmigen Längsträgern T_1 und T_2 und den zehn ebenfalls aus Doppel-T-Eisen hergestellten schwächeren Querträgern t_1 und t_2, die am einen Ende durch Laschen und Winkel mit den Längsträgern vernietet sind, während sie mit dem anderen auf der Kammerwand aufliegen. Die auf diese Weise rechts und links von T_1 und T_2 entstehenden Felder sind mit Ziegeln flach eingewölbt und zu oberst durch Cementguss abgeebnet. Nur bei S, nämlich an der Stelle, wo die durch eingemauerte Eisenbügel hergestellte Einsteigtreppe sich befindet, ist die Einwölbung durch eine eiserne Fallthür ersetzt. Die zwischen T_1 und T_2 vorhandene 4,50 m lange, 1 m breite Oeffnung E wurde bei der Installation der Dampf- und Wasserleitungen zum Einbringen der Rohre, sowie aller sonstigen Gegenstände benutzt, die vermöge ihrer Abmessungen nicht durch die Fallthür befördert werden konnten; sie wird natürlich diesem Zwecke vorkommendenfalls auch während des Betriebes zu dienen haben, bleibt jedoch sonst stets durch eine im Niveau des Fussbodens liegende Bohlendecke verschlossen.

Es erübrigt zum Abschlusse der vorstehenden Schilderung nur, nochmals auf den Umstand zurückzukommen, dass diejenigen Dampfkesselaussteller, welche für den Ausstellungsbetrieb Dampf liefern, dafür, sowie bis zu einem gewissen Masse auch für ihre Einrichtungskosten entschädigt werden. In letzterer Beziehung wird die Entschädigung für eine 1000 kg Dampf pro Stunde erzeugende Kapazität des Generators mit 1500 Frcs. bemessen sein, während für die laufende Betriebsdampflieferung pro 1000 kg ein Preis von 4,45 Frcs. angesetzt ist. Das Wasser[4]) wird von der Ausstellungsverwaltung ohne Entgelt zugeliefert und ebenso wird die Dampfverteilung bezw. die betreffende Rohr- und Kanalanlage offiziell und kostenfrei besorgt.

(Schluss folgt.)

[4]) Es wird soeben am Seineufer eine grosse Pumpstation errichtet, die zur Zeit nahezu fertig gestellt ist und das Wasser für die grosse Kaskade des Wasserschlossbeckens sowie für die Speisung der Kessel zu liefern haben wird. Anm. d. Red.

Dezimale Tagesteilung.

In dem in *D. p. J.* 1899 **313** 29 veröffentlichten Bericht über die von französischer Seite gethanen Schritte zur Einführung einer Dezimalteilung des Kreisbogens war darauf hingewiesen, dass wie vor einem Jahrhundert bei Einführung der Dezimalteilung von Mass und Gewicht, so auch heute noch das Wagnis, einer entsprechenden Reform der Tagesteilung zur Herrschaft zu verhelfen, für undurchführbar erachtet werde in Anbetracht des konservativen Sinnes der Kulturmenschheit (oder vielleicht richtiger von deren Trägheitsmoment), die sich ihre altgewohnte und gewissermassen durch Pietät geheiligte Zeitrechnung nicht werde entreissen lassen; das sei um so weniger zu erwarten, als hiermit eine allgemeine Vermögensschädigung verknüpft wäre, da alle bisher benutzten Uhren fernerhin untauglich würden. Obwohl anerkannt wurde, dass es in wissenschaftlichem Interesse zweckmässiger sei, die Dezimalteilung von Tageszeit und Kreisbogen gemeinsam und nach übereinstimmenden Grundzügen zu ordnen, wird eben jetzt von französischer Seite, um wenigstens letztere Reform zu erzielen, vorgeschlagen, beiderlei Teilungen getrennt voneinander zu halten und sich zunächst mit dem Dezimalbogengrade zu begnügen. Hiermit ist nun zwar nicht ausdrücklich zugestanden, dass man auf eine Dezimalteilung unserer Tagesteilung für immer und ganz verzichten wolle, aber deren Aussichten werden schon durch die Vorwegnahme der Kreisteilung sehr verschlechtert und noch viel mehr kann das durch die Wahl der Kreisbogeneinheit geschehen. Hegt man in Wahrheit den Willen, durch die Vorwegnahme der Dezimalteilung des Kreisbogens auch einer solchen der Tageszeit die Bahn zu ebnen und das Bedürfnis nach dieser in weiteren Bevölkerungskreisen zu wecken, so muss jene derart gewählt sein, dass diese als eine leicht ein- und durchführbare Ergänzung erscheint; anderenfalls verschliesst jene letzterer das Eingangsthor für immer.

Diese schlimme Folge für die Zeitteilungsreform droht

nun in der That der französische Vorschlag einer Hundertteilung des Kreisquadranten mit sich zu bringen, weil für die Tagesteilung der volle Kreis die einzig taugliche Grundlage bildet. Die für die Dezimalzeit Interessierten könnten deshalb versucht sein, der von den deutschen Mathematikern und Astronomen auf der letzten Naturforscherversammlung bethätigten Zurückhaltung gegenüber dem französischen Entwurf Dank zu wissen, wenn hiervon eine Verhinderung der Ausführung jenes Planes zu gewärtigen wäre; Aussichten auf Erfolg und Beachtung eröffnen sich jedoch bei dem in Verbindung mit der Weltausstellung ausgeschriebenen Kongress nur für positive Verbesserungsvorschläge; denn in dem bereits so weit vorgeschrittenen Stadium der Vorbereitung wird man auf irgend welche Bethätigung des Reformdranges seitens der romanischen Nationen wohl nicht mehr verzichten.

Einen Einblick in die bei einer solchen Reform zu berücksichtigenden Verhältnisse erhält man durch einen in Nr. 540 des *Prometheus* (vom 14. Februar 1900) veröffentlichten Aufsatz über „Die dezimale Zeit- und Kreisteilung, ein Kulturfortschritt“ von *P. Crueger*, der daselbst einen von ihm erdachten und sicherlich beachtenswerten Vorschlag der einheitlichen Verbesserung von Zeit- und Bogenteilung entwickelt; schon dieses interessanten Vorschlags halber dürfte ein ausführlicher Bericht den Lesern willkommen sein, denn jeder möchte doch wohl gern erfahren, welche Zumutungen an ihn gestellt werden, Altgewohntes aufzugeben, und auf welche Vorteile ihm als Lohn für dieses Opfer die Aussicht eröffnet wird.

Zunächst ist aber die Frage zu erwägen: ist unsere übliche Tagesteilung wirklich reformbedürftig oder kann man sie ruhigen Gemütes für ewige Zeiten bestehen lassen.

Wie früher mitgeteilt, wird ihre Reform von seiten der französischen Gelehrten nur als ein Bedürfnis der Astronomen, Geographen und Seefahrer hingestellt, das man, insoweit es durch die vorgeschlagene dezimale Bogenteilung brennend wird, mit Hilfe eines Kunstgriffes zu befriedigen sucht; dem Volke dagegen, wobei dieser Ausdruck auf die ganze Bevölkerung, nicht auf einen Stand bezogen ist, wagt man eine Reform gar nicht zuzumuten.

Crueger ist hierin radikaler; er findet unsere übliche Tagesteilung an sich dermassen schlecht und reformbedürftig, dass er auch nicht an eine Anhänglichkeit des Volkes ihr gegenüber zu glauben vermag. „Das Volk ist nicht sentimental“, erklärt er; er hält es gewissermassen für einen Aberglauben, zu meinen, dass die grosse Masse des Volkes sich in die von den Vorfahren überkommene und durch so viele Jahrhunderte bewährte heutige Tagesteilung so gründlich eingelebt habe, und so völlig mit ihr verwachsen sei, dass beide unzertrennlich zusammen gehörten.

Dass unsere offizielle Tagesteilung in 2mal 12 Stunden von je 60 Minuten und Sekunden nicht übereinstimmt mit der des Astronomen (und Italieners), der die 24 Stunden durchzählt, erachtet *Crueger* anscheinend für einen geringeren Uebelstand als den, dass sich das Volk aus jener noch eine dritte, eigene zurecht gemacht hat. Das ist ihm ein Beleg dafür, dass die übliche Tagesteilung dem Bedürfnisse des Volkes keineswegs entspricht, mithin dieses auch keine Vorliebe für jene besitzt; es sucht sich mit ihr vielmehr nur abzufinden so gut oder so schlecht es geht. „Man versetze sich einmal in Gedanken an einen Ort, wo man die Eigenart unseres Volkes leicht beobachten kann, etwa in das Gewühl eines Wochenmarktes, und frage dort beispielsweise um 7 Uhr 41 Minuten morgens nach der Zeit. Man wird die verschiedensten Antworten hören, aber kaum eine korrekte Zeitangabe erhalten. Der eine antwortet etwa ‚4 Minuten vor ³/₄ 8‘ oder ‚es fehlen noch 4 Minuten an ³/₄ 8‘, ein anderer vielleicht ‚11 Minuten nach ¹/₂ 8‘, öfter noch hört man wohl ‚5 Minuten vor ³/₄ 8‘, denn das Volk vernachlässigt gern einzelne Minuten. Die nächste Antwort ist vielleicht ‚³/₄ 8‘ oder, wenn einer sich ‚gebildet‘ ausdrücken will, ‚7 ³/₄ Uhr‘. Damit ist die Zahl der vorkommenden Antworten keineswegs erschöpft. Aber wo bleibt die korrekte Angabe ‚7 Uhr 41 Minuten‘? Die hört man nicht; es müsste denn sein, dass ein Bahnbeamter oder sonst jemand, der mit der Verkehrszeit vertraut ist, vielleicht im Scherz diese Antwort gibt, denn er weiss wohl, dass sie nicht verstanden wird. Das Volk jedenfalls versteht sie nicht, es kennt diese Art der Zeitangabe nur aus gedruckten, öffentlichen Bekanntmachungen, z. B. aus den Fahrplänen der Bahnhöfe. So kostet es eine für manche recht mühsame Rechnung, um daraus die volkstümliche Zeit abzuleiten.“

Hieraus zieht *Crueger* die Schlussfolgerung, dass das Volk „die Einteilung in Stunden mit 60 Minuten verwirft und dafür nach Viertelstunden rechnet, so dass der volkstümliche Tag nicht 2 × 12 Stunden, sondern 2 × 12 × 4 = 96 Viertelstunden hat, denn diese sind dem Volke die Zeiteinheiten, an welche es die Minuten anlehnt. Dabei sucht es sich häufig die nächste Viertelstunde aus, um von dieser an die Minuten zu zählen und scheut selbst das Rückwärtszählen nicht. Man hört öfter ‚4 Minuten vor ³/₄ 8‘ als ‚11 Minuten nach ¹/₂ 8‘, auch werden die runden ‚5‘ und ‚10‘ Minuten bevorzugt. Das Volk zählt also nicht gern über 10 Minuten, liebt aber die einzelne Minute nicht, sie ist ihm zu klein. Und von Sekunden weiss das Volk erst recht so gut wie nichts. Wenige haben heute Gelegenheit, eine richtige Sekunden tickende Uhr zu hören, seit die hohen Standuhren aus Grossvaters Zeit immer mehr verschwinden, um modernen, zierlicheren Uhren Platz zu machen, für welche das Sekundenpendel um etwa Meterlänge zu lang ist. Die Sekundenzeiger der Taschenuhren lehren auch nicht die Länge einer Sekunde. Also lernt das Volk wohl in der Schule, dass 60 Sekunden eine Minute machen, aber es wendet die Sekunden nicht an. So dürfte der Nachweis erbracht sein, dass das Volk nicht an dem althergebrachten Zeitmass hängt, da es weder die Stunde als Zeiteinheit benutzt, noch mit 60 Minuten rechnet, noch die Sekunden gebraucht. Es rechnet nach Viertelstunden und zählt von diesen aus die Minuten. Diese Art der Bezeichnung hat ziemlich alle die Mängel, welche eine gute Massangabe *nicht* haben darf. Sie ist weitschweifig, denn sie erfordert Worte, welche mit Mass und Zahl nichts zu thun haben, — schwankend, denn die gleiche Zeit wird auf die verschiedenste Art bezeichnet, — unsicher, denn man verwechselt leicht 7³/₄ mit ³/₄ 7 — und nicht einmal eindeutig, denn sie überlässt dem Fragenden hinzuzudenken: morgens, vormittags, mittags, nachmittags, abends oder nachts.“

Dieser Darlegung, die im Interesse der Absichten des Autors grösstenteils wörtlich wiedergegeben ist, erscheint es wohl angemessen, einige Worte der Kritik folgen zu lassen; zuvor möchte ich jedoch noch die Gründe mitteilen, *warum* nach Ansicht *Crueger*'s die Stunde als Zeiteinheit vom Volke verworfen wird. Den einen Grund erblickt er darin, dass der Zeitraum einer Stunde anscheinend für das Bedürfnis zu gross ist, der Hauptgrund aber sei der, dass die 60-Teilung unübersichtlich ist, weil wir im dekadischen System rechnen und schätzen. „Jedes Kind weiss, was 47 Pfennige sind; was dagegen 47 Minuten sind, weiss selbst der Erwachsene nicht ohne weiteres, sondern er muss sich erst erinnern, dass hier 60 das Ganze ist, und dann findet er durch Umrechnung, nicht wie beim Dezimalsystem durch instinktive Schätzung, dass 47 wenig grösser ist als ³/₄ vom Ganzen. Es liegt hier ein allgemeines Gesetz vor, welches für alle Zeiten und alle Völker gilt, das aber erst bei den grösseren Teilungen in 60, 80 oder 360 Teile recht deutlich hervortritt: Jede willkürliche, nicht dem herrschenden Zahlensysteme entnommene Teilung entbehrt der Anschaulichkeit. Denn jede andere als die Dezimalteilung steht im Widerspruch zu der von Jugend auf geübten dezimalen Zählweise, indem sie statt der dort geltenden dekadischen Einheiten 10, 100, 1000 u. s. w. neue, nach anderen Gesichtspunkten gewählte Einheiten einführt, für die jede Zahl ihren vom Zählen her bekannten Wert verliert und dafür einen neuen, vorläufig unbekannten Wert annimmt, der jedesmal erst durch Umrechnung zu ermitteln ist. Ein geübter Rechner mag sich vielleicht mit einem so wenig ökonomischen System befreunden, das Volk aber liebt anschauliche Grössen und scheut jede Umrechnung.“

Crueger glaubt also bewiesen zu haben, dass die volkstümliche Zeiteinheit in der Dauer einer Viertelstunde bestehe. Hiervon wird es ihm aber wohl nur wenige zu überzeugen gelungen sein, denn mit denselben Mitteln kann

man noch viel plausibler machen, dass der französischen Geldrechnung der Sou und der früheren preussischen der Dreier (z. B. im Ausdruck: 6 Dreier-Rentier) oder der Groschen zu Grunde gelegt sei. Das sind aber eben nur Begriffe des Kleinlebens. Wäre die Viertelstunde die volkstümliche Einheit, so müsste auch der Ausdruck „zwei Viertel" für eine halbe Stunde üblich sein, den zu gebrauchen gewiss niemand einfällt. Als Einheit ist ersichtlich die Stunde sehr volkstümlich, und sie sich rauben zu lassen, wird das Volk schwerlich dulden; eher wird es zugeben, dass sie bis um die Hälfte ihrer Grösse verlängert oder bis um ein Viertel verkürzt werde. Dass für die Stunde die Vierteilung so allgemein üblich und in erster Linie gebräuchlich ist, rührt nur daher, dass bei einer Zeitangabe im bürgerlichen Leben der gleichzeitige Gebrauch zweier konkreter Massbezeichnungen geziert klingt. Statt 1 Uhr 15 Minuten sagt man eben lieber 5/4 Stunden, wie man auch den Ausdruck 120 cm vorzieht vor 1 m 20 cm. Anzuerkennen ist nur als auffällige Gewohnheit, dass von den naheliegenden Teilungen der Stunde nur die in Viertel, dagegen nicht die in Drittel und noch weniger die in Fünftel oder Sechstel üblich ist. Wenn man danach doch noch zur Minutenangabe fortschreitet und den Stundenvierteln noch Minuten in Gruppen von 5 oder 10 zu- oder abrechnet, so ist letztere Zahlenwahl bei Leibe nicht als eine instinktive Vorliebe des Volkes für die Dezimalteilung zu deuten, die sich hierin schon vor deren Popularisierung durch Mass, Gewicht und Geld offenbart hätte, sondern das ist wohl nur dem Umstande zuzuschreiben, dass auf den Zifferblättern die 5-Minuten-Abschnitte durch die dort auch angebrachten Stundenziffern ausgezeichnet sind; dieser Sinneseindruck haftete natürlich im Gedächtnisse und erhob die 5-Minuten zur Würde von Zeiteinheiten. Dass im Gegenteil die Duodezimalteilung viel volkstümlicher ist als die Dezimalteilung, ist schwierig zu bestreiten. Hätten wir noch wie vor 30 Jahren den Groschen zu 12 Pf. und den Fuss zu 12 Zoll, so würde ein Verlangen nach einer Dezimalteilung der Tageszeit wohl kaum laut werden. Aber eines zieht eben das andere nach sich, und so kann man wohl einräumen, dass sich schon jetzt, und mit der Zeit immer stärker, auch im bürgerlichen Leben ein Bedürfnis nach dezimaler Zeitteilung offenbare, und wäre das auch nur in Anbetracht der Zeitangaben der Fahrpläne, auf denen man in der Zerstreutheit die Minutenangabe leicht als Dezimalteilung liest.

Des weiteren kann ich (mit *Crueger*) als einen möglichst abzustellenden Uebelstand an unserer üblichen Stundenzählung im bürgerlichen Leben nur noch den anerkennen, dass diese bei Benachrichtigungen noch die Zugabe eines Tageszeitvermerks erfordert, indem dessen Auslassung, ob mittags oder nachts, vor- oder nachmittags gemeint ist, die Quelle vieler Missverständnisse und Verdriesslichkeiten werden kann. Es ist das aber ersichtlich ein untergeordneter Missstand, der vielleicht schon durch eine internationale Konvention über ein Zeichen für den zweiten Tagesumlauf des Stundenzeigers zu mildern wäre, und dessen Abstellung sicherlich nicht mit für das tägliche Leben noch unangenehmeren Einrichtungen, z. B. hohen Stundenzahlen und unübersichtlichen Zifferblättern erkauft werden darf.

Dabei ist aber ferner zu bedenken, dass auch die Dezimalteilung nicht frei von Uebelständen für den allgemeinen Gebrauch sein wird, und allen Anforderungen ebenfalls nicht genügen kann. Im Volke wird man an ihr insbesondere die als Vorzug der Duodezimalteilung anerkannte Möglichkeit der rationellen Dreiteilung des Tages schmerzlich vermissen, und dürften ihr, die den vielgenannten Achtstundenarbeitstag scharf und bequem abzugrenzen nicht gestattet, schon deshalb die Arbeiter und Sozialdemokraten ablehnend gegenübertreten.

Kann ich mich also mit *Crueger*'s Vorschlage, die Zeitdauer von ungefähr einer Viertelstunde zur Masseinheit zu wählen, nicht einverstanden erklären, und den von ihm ausgearbeiteten Entwurf als den Lebensbedürfnissen angepasst nicht anerkennen, so möchte ich diesen doch, da er sicherlich verbesserungsfähig ist, zumeist mit Unterdrückung jeder Kritik, hier weiter vorführen, nur um zu zeigen, welche Vorteile überhaupt von einer dezimalen Zeitteilung zu erwarten wären.

Wie im Vorstehenden schon beiläufig angegeben, zählt der Zeitraum eines Tages 96 Viertelstunden, also nahezu 100; teilt man ihn in 100 Einheiten, so bedarf es für solche Einheit eines neuen Namens, der von einem internationalen Kongresse festzusetzen wäre. Einstweilen bezeichnet *Crueger* sie als „run", ihren zehnten Teil als decirun oder „mar" (= 1,44 Minuten), ihr Tausendstel als millirun oder „set" (= 0,864 Sekunde), während ihr Zehnfaches (1 dekarun = 2 Stunden 24 Minuten) keinen besonderen Namen erhält. Unserer jetzigen Stunde kommen da 4 run (57,6 Minuten) und 5 run (1 Stunde 12 Minuten) nahe.

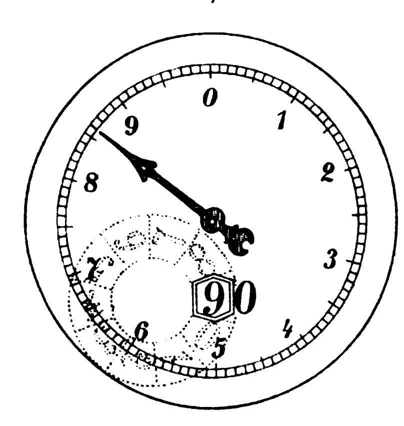
Als Vorteil dieser Teilung wird nun zunächst hervorgehoben, dass das „set" als Mass die alte Sekunde um etwa 1/6 an Feinheit übertrifft und doch noch 0,1 set leicht abzuschätzen gestatten wird, und dass das set-Pendel eine für unsere Uhrwerke handliche Länge, nämlich von nur 0,742 m erhalten wird; es kann mithin ausgedehntere Verwendung an unseren Zimmeruhren finden als wie das um 1/4 m längere Sekundenpendel.

Den Beginn des Tages zu Mitternacht angenommen, würde demnach dem Mittage 50 run entsprechen, und würden alle run-Summen unter 50 auf die Vormittagszeit fallen, die über 50 dagegen auf Nachmittag, „wobei die Zeiteinteilung des Tages nur um wenige Minuten Verschiebung erfährt, welche durchschnittlich geringer ist, als die durch die Einführung der mitteleuropäischen Zeit herbeigeführte. Auch die tägliche Arbeitszeit braucht keine merkliche Aenderung zu erfahren, um in vollen run angegeben zu werden; wohl aber würden nötige Verlängerungen oder Verkürzungen der Arbeitszeit nicht so sprungweise wie jetzt um ganze Stunden erfolgen müssen. — Eine täglich 6stündige Arbeitszeit wäre genau 25 run, ein 8stündige 5 Minuten länger als 33 run, eine 10stündige 5 Minuten kürzer als 42 run." — „Termine werden bequem auf volle run gelegt werden. Die Abgangszeiten der Züge werden einfacher in run und mar als jetzt in Stunden und Minuten angegeben werden. Die Fahrpläne und Kursbücher werden kürzer und übersichtlicher, da die Spaltbreite dann nur dreizifferig ist, jetzt vierzifferig; die Uebersichtlichkeit gewinnt, weil die Unterscheidung der Tages- und Nachtzeiten durch Unterstreichen fortfällt" und weil 43,7 (= 43 run 7 mar) deutlicher ist als $10^{\underline{38}}$ (10 Uhr 38 Minuten vormittags). Für Astronomen und Seeleute gäbe es die zeitgemässe Veranlassung, die bisher übliche Datumsänderung vom Mittag auf Mitternacht zu verlegen. Der Zeitpunkt einer astronomischen Beobachtung, z. B. am 16. Juli 0 Uhr 40 Minuten 21,71 Sekunden (d. h. 40 1/3 Minuten nach Mitternacht) würde nach neuem System lauten: „Juli 16,0342796" (d. h. 3 run 4 mar 27,96 set).

Wegen der zwischen alter und neuer Zeitteilung vorhandenen Beziehungen sollen auch die Uhren den Uebergang überraschend leicht mitmachen können, allerdings sicherlich leichter, als der Uebergang von Fuss, Zoll u. s. w. zum metrischen Mass und Gewicht war. Man brauche an alten Uhren nur das Zifferblatt und einige Räder des unter ihm befindlichen Zeigerwerks gegen neue auszuwechseln; z. B. wäre bei gewöhnlichen Schwarzwälderuhren statt des Wechselrades von 36 Zähnen ein solches von 25 Zähnen und statt des Minutenrades von 24 Zähnen ein Zeigerrad von 40 Zähnen einzusetzen, dann erfolge die Umdrehung des Zeigerrades nicht mehr in 1/24 Tag, sondern in 1/10 Tag. *Crueger* hat nämlich sehr richtig erkannt, dass ein Zifferblatt für den ganzen Tagesverlauf wegen der vielen und dann schwer erkennbaren Ziffern unpraktisch ist, und eins, das alle 100 run verzeichnen sollte, dem Bedürfnisse sogar Hohn sprechen würde. Deshalb lässt er den Zeiger seine Rundreise täglich zehnmal machen. Bei dieser Beschränkung des Zifferblattes auf 10 run = 1 dekarun werden von dem einzigen vorhandenen Zeiger die „mar" und die Einer der run unmittelbar angezeigt, während für die Dekaden der run eine Ziffernscheibe unter dem eigentlichen Zifferblatt drehbar angebracht ist, so dass man in einem Ausschnitte des letzteren je eine von den auf dem Umfange jener befindlichen Ziffern von 0 bis 9 sehen kann; nach jedem vollen Umlauf des Zeigers wird die untere Ziffernscheibe durch einen am Zeigerrade befestigten Stift um eine Ziffer



weiter gerückt. So ist zu dem Zeitpunkte 11 Uhr 39 Minuten nachts im Ausschnitte des Zifferblattes eine 9 zu lesen vor einer unverschiebbar angebrachten 0 (also 90 run), während der Zeiger auf den 4. Teilstrich vor der 9 des Zifferblattkreises hinweist, d. h. also auf 8,6 run; zusammen gibt das 98,6 run. Wohl begreiflich ist es da aber, dass *Crueger* die Beschaffung ganz neuer Uhren anstatt Umänderung der alten empfiehlt.



Wie sich jedoch *Crueger* die Funktion des Schlagwerkes vorstellt, verschweigt er wohlweislich; soll etwa nach Ende jedes der 100 run die Glocke deren Ziffer angeben? Wer würde wohl diese Glockenschläge zählen? Diese andauernde Bimmelei würde sich jedermann verbeten. Würden aber von der Glocke innerhalb jedes Dekaruns oder Zeigerumlaufs nur die Einer angegeben, die Dekaruns jedoch nur bei deren Ablauf, wo auch die erwähnte Ziffernscheibe um eine Stelle weiter rückt, so gäbe selbst diese Einrichtung für Mitternacht immerhin noch $2 \times 10 = 20$ Glockenschläge. In den Zwischenzeiten aber, wenn man nur die Einer der Rundekade schlagen hört, weiss man nicht, um welche Dekade es sich handelt. Zwar bestreitet dies *Crueger* mit der Behauptung, man irre in der Zeitabschätzung nicht leicht um eine Rundekade = 2 Stunden 24 Minuten, aber man wolle nur bedenken, dass z. B. zu Winterszeit ein Kranker von unruhigem Schlafe in der Finsternis um 9 Uhr $21^1/_2$ Minuten, $14^1/_2$ Minuten vor Mitternacht, 2 Uhr $9^1/_2$ Minuten danach, 4 Uhr $33^1/_2$ Minuten und 6 Uhr 48 Minuten morgens, also zu fünf verschiedenen Zeitpunkten aufgewacht jedesmal 9 Glockenschläge hören kann; weiss er da, welche Zeit es ist?

Auf die Kreisbogenteilung überträgt *Crueger* seine Bezeichnungen in der Weise, dass der Vollkreis 100° oder run, das run 10 mar, dieses wieder 100 set und das set 100 „tom" zählt. Da ergibt sich eine bestechende Harmonie zwischen den neuen Bogen- und Zeitteilungen und den dezimalen Längenmassen. Sie kommt zunächst der Geographie zu gut; 1 run auf dem Meridian entspricht 400 km. „Da die Sonne (scheinbar) in einem Tage den Umfang der Erde = 100 run durchläuft, so haben alle Orte, welche einen geographischen Längenunterschied von 1 run haben, auch einen Unterschied in der mittleren oder wahren Zeit um 1 run" (ein Vorteil, den natürlich auch anders gewählte Einheiten bei in den Grundlagen übereinstimmenden Bogen- und Zeitteilungen bieten werden).

Berechnet man die Geschwindigkeit $v = \frac{s}{t}$ eines Eisenbahnzuges, der in einer Stunde einen Weg von 49 km zurücklegt, für eine Sekunde jetzt zu

$$\frac{49\,000}{60 \times 60} = \frac{490}{36} = 13{,}61 \text{ m},$$

so geschieht das bei *Crueger*'s Zeitordnung nach der einfachen Regel: wie viel Kilometer in 1 run, so viel Meter in 1 set, also in 1 run 11,85 km, dann in 1 set 11,85 m.

Das Schema für die in Astronomie und Nautik häufige Umwandlung von Sternzeit in Grade der Rectascension und umgekehrt ist jetzt:

$$\underline{104^\circ\ 19'\ 36{,}47''}$$

$$104^\circ = \frac{104}{15} = 6\text{ St.} + 14 \times 4\text{ Min.} = 6\text{ St. }56\text{ Min.}$$

$$19' = \frac{19}{15} = 1\text{ Min.} + 4 \times 4\text{ Sek.} = \text{—}\quad 1\text{ Min. }16\text{ Sek.}$$

$$36{,}47'' = \frac{36{,}47}{15} = 2{,}43\text{ Sek.} \qquad = \text{—} \quad \text{—} \quad 2{,}43\text{ Sek.}$$

$$\text{Summa} = 6\text{ St. }57\text{ Min. }18{,}43\text{ Sek.}$$

wogegen künftig ohne jede Rechnung bekannt ist, dass 25,82736 run Rectascension = 25,82736 run Sternzeit ist.

Während man jetzt bei Berechnung der Zeitdauern immer durch die 60-Teilung der Stunden, Minuten u. s. w. belästigt wird, z. B. in

16 St. 27 Min. 34,28 Sek.
— 10 „ 48 „ 49,45 „
= 5 St. 38 Min. 44,83 Sek.

kann man künftig die Zahlen direkt nach dekadischer Ordnung voneinander abziehen, z. B.

67,83415 run
— 44,57942 „
= 23,25473 run.

Ebenso kann man bei Berechnung des Komplimentwinkels verfahren.

Danach erscheint es nicht zweifelhaft, dass die Vorteile einer auf einheitlicher Grundlage, nämlich der *des Vollkreises*, vorgenommenen Dezimalteilung von Tageszeit und Kreisbogen nicht nur der Astronomie und Nautik zu gute kommen wird, sondern dass solche auch der Geo- und Stereometrie, der Physik und nicht zum wenigsten der Technik grosse Dienste leisten muss. *O. L.*

Rauchlose Lokomotivfeuerung auf amerikanischen Eisenbahnen.

Es ist bereits eine ziemliche Reihe von Jahren her, dass sich zahlreiche Eisenbahnverwaltungen und namentlich solche, in deren Linien viele oder lange Tunnel vorhanden sind, mit der Aufgabe beschäftigt haben, der Lokomotivheizung eine Einrichtung zu geben, durch welche das so sehr lästige, mehr oder minder schädliche und auf unterirdische Strecken geradezu gefährliche starke Rauchen des Schornsteines an der Zugsmaschine beseitigt oder wenigstens wesentlich herabgemindert werden sollte. Erhöhter Eifer brachte in diese Bestrebungen die Einbürgerung der elektrischen Lokomotive auf Strassen- und Stadtbahnen u. s. w., die in ihrer Rauchlosigkeit einen mächtigen Konkurrenzfaktor aufwies, der dem Publikum den Uebelstand des Rauches bei den Dampflokomotiven um so lebhafter fühlbar machte, und in Amerika Behörden und Stadtvertretungen so weit gehen liess, rauchende Lokomotiven aus gewissen Gebieten überhaupt vollständig zu verbannen. Einen ähnlichen, aus hygienischen Gründen entspringenden scharfen Widerpart gibt die öffentliche Meinung bekanntlich neuerer Zeit auch hinsichtlich der Fabrikschornsteine kund und vielerorts wird, diesseits wie jenseits des Ozeans, wegen der Einführung rauchverzehrender Heizanlagen gesetzlicher Zwang ausgeübt.

Was nun die Rauchplage auf den europäischen Eisenbahnen anbelangt, so galt dieselbe noch vor verhältnismässig wenigen Jahren als ein unbehebbares, leidiges Zubehör der Dampflokomotive, weil eben alle die vielen und gewiss auch redlich gemeinten Versuche zur Bekämpfung des Uebelstandes doch nur völlig unzureichende Erfolge gehabt hatten. Erst zu Beginn der 90er Jahre gelang es einem österreichischen Eisenbahnmaschineningenieur *Langer* (vgl. *D. p. J.* **296** * 275) den Bann zu brechen und ein Verfahren zu finden, welches gestattet, die durch den Rost der Lokomotivheizung zuströmende Luftmenge dem jeweiligen

Bedarf entsprechend durch selbstthätig gesteuerte Oberluft so zu ergänzen, dass die Erzeugung sichtbaren Rauches in befriedigendem Masse hintangehalten wird. Durch *Marcotti* in Berlin ist dieses System seither noch weiter vervollkommnet worden und dasselbe findet natürlich, da es sich zudem auch noch in wirtschaftlicher Beziehung als günstig erweist, eine äusserst rasche Verbreitung.

Wie die *Engineer News* vom 11. August 1899, S. 143 und 144 berichten, sind auch in Amerika u. a. auf der *Cincinnati-New-Orleans- und Texas-Pacific-Eisenbahn* schon seit längerem Versuche zur Bekämpfung des starken Rauches der Dampflokomotiven vorgenommen worden, welche zu so günstigen Ergebnissen geführt haben, dass die Gesellschaft sich entschlossen hat, die Feuerungen ihrer sämtlichen Personenzugsmaschinen mit der neuen Anordnung ausrüsten zu lassen. Dieselbe besteht im wesentlichen aus einer aus Chamotteziegeln hergestellten, auf vier Eisenstäben ruhenden, ebenen Feuerbrücke, die von der Rückwand der Feuerbüchse schräg nach aufwärts gegen die Vorderwand des Heizraumes verlauft und hier parallel zu dieser Wand abgebrochen ist, um den Feuergasen nach aufwärts Durchgang zu gewähren. Die letzteren ziehen also zuerst nach rückwärts in der Richtung gegen die Feuerthür an der Chamottedecke entlang, dann über den Rand derselben hinweg, um sich dann nach vorwärts der Siederohrwand zuzukehren. Beiläufig 30 cm über dem Roste sind in den beiden Seitenwänden der Feuerbüchse, einander genau gegenüber und in gleichen Abständen verteilt, je vier 5 cm weite Oeffnungen vorhanden, in denen *Sharp*'sche Patentröhren münden, die der Feuerung frische Aussenluft zuführen. Zu demselben Zwecke durchziehen vier andere Rohre, welche durch die hintere Siederohrwand reichen und unterhalb des Kessels mit der Aussenluft in Verbindung stehen, schräg nach aufwärts gehend die Chamottebrücke, an deren obersten, freien Kante sie münden und den darüber herumbiegenden und darüber wegziehenden Verbrennungsgasen Sauerstoff zuführen. Bis es zu dieser Vermengung kommt, hat die durch die besagten Röhren zuströmende atmosphärische Luft bereits eine sehr hohe Temperatur erreicht und sie besitzt daher alle Eignung, durch ihren Zutritt eine vollkommene Verbrennung zu stande zu bringen. Allein die richtige, stetige Wirksamkeit dieser an sich so einfachen Anordnung ist noch von zwei Dingen abhängig, nämlich zuförderst davon, dass nur auserlesener Gries von bester Steinkohlensorte als Brennmaterial verwendet werde und dass die Verfeuerung desselben ganz besonders sorgsam nach einem bestimmten, durch die Erfahrung festgestellten Verfahren erfolge, das von der bisherigen Feuerungspraxis einigermassen abweicht.

Namentlich ist es im allgemeinen unstatthaft, während der Fahrt *mehrere* Schaufel Kohle, etwa fünf bis acht, unmittelbar hintereinander aufzufüllen, wie es bisher in Uebung stand, sondern es soll allemal nur *eine* Schaufel voll in die Feuerung geworfen werden. Bei jeder solchen Beschickung muss aber die Heizthür während einiger Sekunden etwa 3 bis 5 cm weit geöffnet bleiben, um auch von hier aus atmosphärische Luft zutreten zu lassen. Ein längeres Offenlassen der Heizthür ist jedoch unzulässig. Die Heizer haben sich zu befleissen, mit möglichst leichtem Feuer das Auslangen zu finden, und die Kohle vor dem Verfeuern anzufeuchten, damit eine grössere Heizwirkung erzielt wird. Am Sicherheitsventil soll weder während der Fahrt noch während der Aufenthalte in den Stationen Dampf verloren gehen. Vor jeder Abfahrt muss das Blasrohr eingestellt und so viel Kohle aufgefüllt werden, als erforderlich ist, ein entsprechend gutes Feuer für die Fahrt zu gewinnen; auch hierbei muss die Heizthür solange ein wenig offen gelassen werden, bis die Rauchgase verzehrt sind. In ähnlicher Weise ist auch vor der Einfahrt in einen Tunnel so viel Kohle einzufeuern, dass innerhalb des Tunnels, wo die Heizthür während der Durchfahrt stets geschlossen bleiben soll, kein Nachheizen erforderlich wird. Der Maschinenführer hat thunlichst einen gleichbleibenden, ununterbrochenen Zufluss des Speisewassers zum Kessel zu veranlassen oder denselben wenigstens derart zu regeln, dass der Heizer in der gleichmässigen, zweckdienlichen sparsamen Feuerung nicht behindert wird. Umgekehrt hat der Heizer sorgsamst darauf zu achten, wie der Maschinenführer den Injektor handhabt und in welchem Masse die Lokomotive beansprucht ist, um danach das Feuer zu regulieren. Während der Fahrt darf bei der Anwendung des Blasrohrs die Heizthür nicht geöffnet werden, wogegen dies auf den Stationen während des Anhaltens ohne weiteres statthaft ist. Die Roste sollen nur geschürt werden, wenn es unbedingt geboten erscheint. Es darf der Aschenkasten sich niemals übermässig anfüllen, weshalb die Nachschau an demselben in jeder Station vorzunehmen ist, wo der Zug längeren Aufenthalt hat.

Diese dem Maschinenpersonal der Personenzüge aufs schärfste zur Befolgung aufgetragenen Verfügungen erstrecken sich, wie man sieht, nicht nur auf das besondere Verfahren zur Erzielung der Rauchlosigkeit, sondern zugleich auf ein wirtschaftliches Gebaren beim Heizen überhaupt, wie man es auf den meisten europäischen Eisenbahnen schon seit langem gar nicht mehr anders kennt.

Die *Cincinnati-New-Orleans- und Texas-Pacific-Eisenbahn* sichert jenen Heizern, welche sich einer pünktlichen Befolgung der obgedachten Bestimmungen, sowie überhaupt einer sparsamen Brennstoffgebarung befleissen, die besondere Berücksichtigung hinsichtlich der Beförderungen zu Maschinenführer zu. Um in dieser Richtung genaue Anhalte zu gewinnen und die angestrebten Ziele thatsächlich zu erreichen, werden nicht nur über den Kohlenverbrauch der in Betracht kommenden Lokomotiven Ausweise geführt und dieselben regelmässig und strenge überprüft, sondern das Verhalten des Maschinenpersonals der Personenzüge ist ausserdem der wirksamen Kontrolle der sämtlichen Stations- und Streckenbediensteten unterworfen, insofern dieselben, vom Stationsvorstand angefangen bis zum letzten Schienenrichter herab, schärfstens angewiesen sind, jeden Fall, in welchem sie das Auswerfen schwarzen Rauches an Personenzugslokomotiven beobachten, zur Kenntnis der Direktion zu bringen, für welchen Zweck ihnen eigene Vormerkzettel zur Verfügung stehen, die sie vorkommendenfalls nach Anmerkung der gemachten Beobachtung einzusenden haben. Seitens der Direktion wird anlässlich jeder solchen Meldung eine Erhebung eingeleitet, um festzustellen, ob der Anstand durch minderwertiges Heizmaterial oder durch ungeschickte oder nachlässige Maschinenbedienung veranlasst worden ist, damit je nach Massgabe des Sachverhaltes für bessere Kohle gesorgt oder das Maschinenpersonal besser belehrt oder zur Verantwortung gezogen werden kann.

Spurlager für eine Steinpoliermaschine.

Spurlager für vertikale Wellen haben mitunter bedeutende achsiale Drücke aufzuheben, und bedingen, hauptsächlich bei grossen Geschwindigkeiten des Zapfens, eine besonders sorgfältige Ausführung. Als Beispiel, wie man derartig beanspruchte Spurlager vorteilhaft konstruiert, diene das Folgende. Dieses Lager wurde mit Erfolg an einer grösseren Steinpoliermaschine in den Steinbrüchen im Harz angewandt und bewährt sich bis heute, trotz eines scharfen Betriebes auf das beste. Zur besseren Verständlichkeit, und um den praktischen Nutzen leichter ersichtlich zu machen, ist in Fig. 1 eine Poliermaschine skizziert.

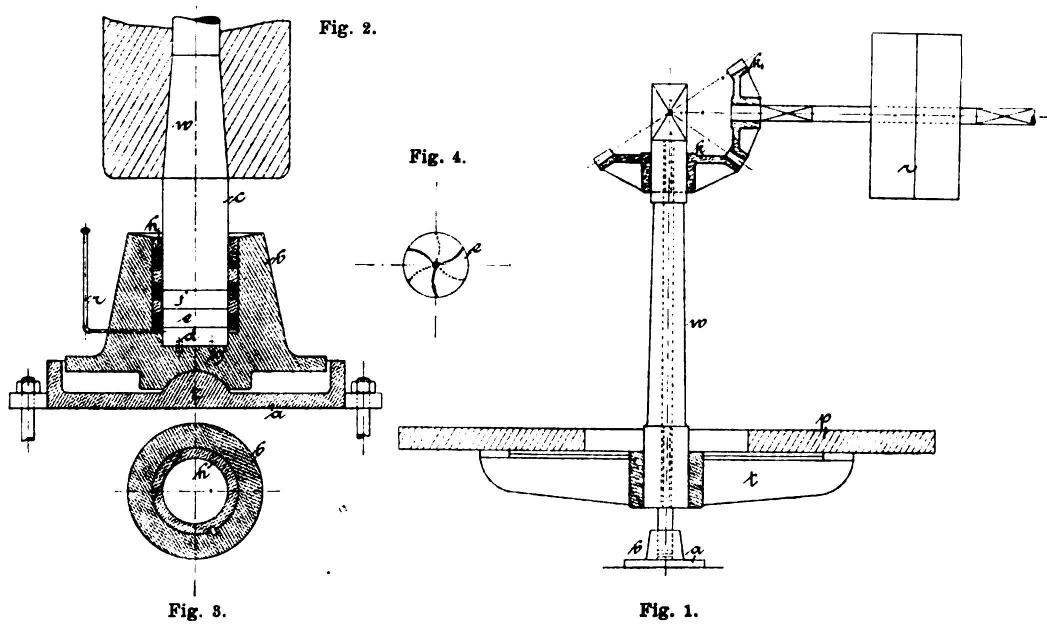
Ein mit Rippen versehener Tisch t ist auf einer hohlen

Welle w fest aufgekeilt, die mittels Kegelräderübersetzung $k k_1$ von der Transmissionswelle vermöge der Riemenscheibe r in Bewegung gesetzt wird. Auf dem Tisch t ist die in der Mitte mit einem runden Ausschnitt versehene Polierplatte p durch Schrauben befestigt. Die Scheibe hat einen Durchmesser von 3,75 m, das Loch einen Durchmesser von 1,25 m und die Stärke der Platte beträgt 110 mm.

Durch einen Rahmen gegen Drehungen geschützt, wird der zu polierende Stein auf der Polierplatte p gehalten und mittels des auf die Platte p gegossenen Gemisches von Sand und Wasser poliert.

Der genannte Spurzapfen c ist in die hohle Welle w eingesetzt. Das Spurlager (Fig. 2), welches die Drehungen des Zapfens c gestattet, besteht aus der quadratischen Grundplatte a und der Lagerbüchse b. Die Grundplatte a wird mittels Schrauben befestigt und besitzt die halbkugelförmige Erhöhung z, auf der sich die bronzene Lagerbüchse b stützt. Dieselbe ist mit Flanschen ausgestattet, die das Mitdrehen derselben vermeiden. Auf dem Boden der Lagerbüchse b befindet sich die aus bestem, fehlerfreiem und gehärtetem Stahl gearbeitete runde 25 mm starke Platte d, die durch Stifte g an der Drehung gehindert ist. Die Büchse b ist auf 115 mm ausgebohrt; die Scheiben haben einen Durchmesser von 90 mm. Auf der Platte d liegen noch zwei Platten $e f$ von denselben Dimensionen, von denen f den Spurzapfen c trägt, von 90 mm Durchmesser und bis zum Konus 150 mm lang, ebenfalls aus bestem gehärtetem Stahl gearbeitet. Schmiernuten sind in die Auflageflächen der Spurplatten $d e f$ eingehauen (Fig. 4), die dem aus Schmiergefäss r in die Aussparungen der Büchse b (Fig. 2 und 3) gelangenden Oel, durch Lederpackung h gegen Schmutz geschützt, Eintritt gewähren.

Die Last in Kilogramm, die auf den Zapfen c drückt, zeigt folgende Berechnung:



Spurlager für eine Steinpoliermaschine.

Das Gewicht der Welle w beträgt . . .	550 kg
„ „ des Tisches t „ . . .	675 „
„ „ „ Kegelrades k beträgt .	160 „
„ „ der Polierscheibe „ .	8650 „
	9975 kg
Hierzu kommt noch das Gewicht des Steines	1000 kg
so beträgt die Gesamtlast, die auf dem Zapfen c ruht	10975 kg

Trotzdem macht der Zapfen eine Umdrehungszahl von 35 pro Minute.

H. P. Hansen.

Die Lage der Goldindustrie und der Grubenarbeiter in Sibirien.

Seit einigen Jahren hat die russische Regierung verschiedene Massnahmen ergriffen, um die Goldindustrie in Sibirien zu heben und die Lage der Grubenarbeiter zu verbessern. Beispielsweise wurde die zollfreie Einfuhr von Maschinen und Geräten für den Bergbau und die Goldwäschen auf dem Wege des nördlichen Eismeeres nach den Mündungen der Flüsse Ob und Jenissei gestattet. Zur wissenschaftlichen Erforschung der Goldlagerstätten des Jenissei- und Lenakreises, sowie des Amúr- und Küstengebiets hat die Regierung verschiedene Bergingenieure nach Sibirien entsandt. Es wurden neue Gesetze ausgearbeitet, um die Thätigkeit der Genossenschaften (sogen. Artéli), die grösstenteils nur Raubbau betreiben, möglichst einzuschränken. Zur Verbesserung der allgemeinen Lage der Grubenarbeiter wurden neue Bestimmungen eingeführt und Unterstützungskassen für Goldwäscher gebildet. Leider haben aber alle Regierungsmassnahmen bisher keine merkbare Besserung der Zustände bewirkt. Aus dem Fachblatt „Вѣстникъ золотопромышленности и горнаго дѣла вообще" („*Bote für Goldgräber und allgemeines Bergwesen*")[1]) und aus der Tageszeitung „*St. Petersburger Herold*" entnehmen wir über den Niedergang der Goldindustrie in Sibirien und über die ungünstige Lage der Grubenarbeiter folgende beachtenswerte Angaben.

[1]) Tomsk. Verleger und Herausgeber: Bergingenieur *W. S. Reutowsky,* Jahrg. 1899.

In Westsibirien wird allgemein über den Niedergang der Goldindustrie geklagt. Die Goldgräber verlassen die Gruben und dringen immer mehr nach Osten vor, wo sie aus dem Boden grösseren Gewinn zu erzielen hoffen, während in Westsibirien selbst noch zahlreiche unberührte Goldlagerstätten vorhanden sind. Die von den Regierungsingenieuren neu entdeckten Lagerstätten werden von den Goldgräbern in Besitz genommen und systemlos bearbeitet. Selbst grössere Unternehmer bevorzugen den Raubbau und überlassen den Handwäschern zahlreiche Stellen, die sich noch für den Grossbetrieb eignen würden. Die Handwäscher aber bearbeiten nur solche Stellen, wo sie erfahrungsmässig das meiste Gold antreffen. Es beginnt dann eine Betriebsart, die in Sibirien mit dem Ausdruck „Chischtschnitschewo" (Räuberei) bezeichnet wird. Erscheint der fernere Betrieb auf den erst teilweise bearbeiteten Lagerstätten nur mit grösseren Kosten durchführbar, so wird der Ort vom Unternehmer verlassen, der dann anderwärts einen neuen, unberührten Platz aufsucht. Als Verwüster des sibirischen Goldreichtums werden die zahlreichen Genossenschaften (Artéli) betrachtet, die in allen goldführenden Gebieten anzutreffen sind, überall den Boden durchwühlen, dabei selbst wenig Gewinn erzielen und die Anlage einer regelrechten Wäscherei für die Zukunft erschweren oder unmöglich machen.

Viele Grubenbesitzer erheben auch von den Unternehmern

für die Goldausbeute sehr hohe Pachtsummen, wodurch der systemlosen Bearbeitung Vorschub geleistet wird. Für 1 Pud (16,38 kg) ausgearbeitetes Gold hat der Unternehmer, je nach der Goldart und Schwierigkeit der Bearbeitung, dem Grubenbesitzer 60 bis 2965 Rbl. (etwa 129 bis 6375 M.) zu entrichten.

Da alle Regierungsmassnahmen eine merkbare Besserung der Zustände bisher nicht bewirkt haben, ist von verschiedenen Seiten in der sibirischen Presse der Vorschlag gemacht worden, ausländische Unternehmer, die über Kapital und Erfahrung verfügen, durch gewisse staatliche Vergünstigungen für die Goldindustrie Sibiriens zu gewinnen. Es ist Thatsache, dass Ausländer in Sibirien Goldgruben, die nach der Meinung einheimischer Unternehmer als erschöpft galten, in Besitz genommen und noch mit Vorteil weiter betrieben haben. „Die Ausländer arbeiten mit den neuesten technischen Hilfsmitteln auf wissenschaftlicher Grundlage und begnügen sich mit einem geringeren Gewinn als unsere einheimischen Unternehmer, die ihr Betriebskapital mit 20, 30 oder gar 40 % verzinsen wollen," schrieb kürzlich *Romanow* im *Boten für Goldgräber und allgemeines Bergwesen*.

Nach amtlichen Angaben waren 1894 in den Bergwerken und Goldgruben Sibiriens insgesamt 52 233 Arbeiter beschäftigt. Von diesen entfielen etwa 4/5 oder 43 592 Arbeiter auf die Goldgruben. In Ostsibirien, in den Salzbergwerken des Gouvernements Irkutsk, in den Goldbergwerken von Nertschinsk und in den Kohlengruben der Insel Sachalin werden Zwangsarbeiter beschäftigt. Auf allen übrigen Bergwerksgebieten besteht die Arbeiterschar aus frei angeworbenen Kräften, aus Ureinwohnern, Ansiedlern oder Uebersiedlern aus dem europäischen Russland. Seit einigen Jahren ist auch ein stetiger Zuzug von Chinesen, Mandschus und Koreanern, die früher beim Eisenbahnbau beschäftigt waren, nach den Goldlagerstätten bemerkbar geworden. Letztere vereinigen sich gewöhnlich zu Genossenschaften von 10 bis 20 Mann als sogen. „Solotnikarbeiter", deren Lohn nach der Solotnikmenge (1 Solotnik = 4,27 g) des gewonnenen Goldes berechnet wird.

Viele Goldgruben befinden sich in der Wildnis. Die Arbeiter müssen daher aus besiedelten Gebieten herangezogen werden, die nicht selten einige hundert Kilometer von den Gruben entfernt liegen. Zur Anwerbung der Arbeiter werden von den Unternehmern Agenten ausgeschickt. Um die Gruben zu erreichen, müssen die Arbeiter weite Strecken auf den Flüssen und über Land zurücklegen. Für die lange und beschwerliche Reise erhalten die Arbeiter von den Agenten ein verhältnismässig hohes Handgeld und alle notwendigen Kleidungsstücke. Unterwegs werden die Leute zum Trinken verleitet. Ist erst das Handgeld verausgabt, dann kommen die Kleidungsstücke an die Reihe. Die Agenten pflegen alle Kleider für einen billigen Preis einzulösen und verkaufen sie entweder sofort oder später in den Gruben für den vollen Preis an die Arbeiter. Langt die Arbeiterschar am Bestimmungsort an, so haben in den meisten Fällen die Leute einen grossen Teil ihres vertragsmässigen Jahreslohns bereits verausgabt. Sie sind nun gezwungen, unter allen Bedingungen, anfänglich auch ohne Löhnung, die Arbeit zu verrichten und für Lebensmittel oder Kleidungsstücke neue Schulden zu machen. Auf diese Weise wird der Grubenarbeiter in Sibirien gleichsam ein Leibeigener des Unternehmers und oft auf das Schamloseste ausgebeutet. Nach Angaben des Bergingenieurs *Schostak* betrug der durchschnittliche Jahreslohn eines Arbeiters in den Goldgruben des Kreises Süd-Jenissei 275 Rbl. (etwa 590 M.). Von dieser Summe entfielen 228 Rbl. (etwa 490 M.) auf bereits empfangenes Handgeld, auf Kleidungsstücke und Lebensmittel, so dass am Schlusse des Dienstjahres je ein Arbeiter nur noch etwa 47 Rbl. (etwa 100 M.) in barem Gelde zu beanspruchen hatte. Im übrigen ereignet es sich auch häufig, dass der Arbeiter am Schluss des Dienstjahres nicht nur nichts erübrigt, sondern dem Unternehmer noch durch Schulden verpflichtet bleibt.

Beim Warenverkauf erheben die Grubenbesitzer von den Arbeitern übermässige Preise. Nach Schätzungen von *Schostak* erzielt der Grubenbesitzer auf je 1 Pud (16,38 kg) Gold im Kreise Tobolsk-Akmolinsk etwa 1040 Rbl. (2236 M.), im Kreise Semipalatinsk-Ssemiretschensk etwa 1300 Rbl. (2795 M.) netto durch Warenverkauf. Kleinere Unternehmer beziehen ihre Vorräte durch Kosaken oder Bauern aus den nächstgelegenen Ortschaften, grössere Unternehmer besitzen auch eigene Dampfer, die alle Waren aus Städten oder Dörfern möglichst nahe an das Goldgebiet schaffen. Im Kreise Semipalatinsk-Ssemiretschensk liegen einzelne Gruben 100 km von besiedelten Ortschaften entfernt. Die Warenzufuhr auf 100 Werst (107 km) wird hier im Winter mit 40 Kop. (etwa 90 Pf.), im Sommer mit 80 Kop. (etwa 1 M. 80 Pf.) für je 1 Pud (16,38 kg) berechnet.

Die Preise der Lebensmittel, die Anschaffungskosten für Maschinen und die Arbeitslöhne steigen im Verhältnis zur Entfernung der Goldwäschen von den Verkehrsstrassen. Im allgemeinen sind die Preise für Lebensmittel so ausserordentlich hoch, dass auch der genügsamste Arbeiter niemals etwas ersparen kann.

Im Steppengebiet Westsibiriens können die Arbeiten in den Gruben von Anfang April bis in den Oktober hinein ausgedehnt werden. Die meisten Gruben liegen in unmittelbarer Nähe von Kosakenansiedelungen oder Kirgisenlagern, Arbeitskräfte sind dort leicht und billig zu erlangen. Die Kirgisen pflegen für einen Tagelohnsatz von 25 bis 45 Kop. (etwa 55 Pf. bis 1 M.) zu arbeiten. Der Arbeitslohn, einschliesslich Verpflegung, schwankt zwischen 4 und 8 Rbl. (etwa 8 M. 50 Pf. und 17 M.) im Monat. Im Kreise Semipalatinsk-Ssemiretschensk wurden den Arbeitern täglich verabfolgt 1 Pfund Fleisch, 4 Pfund Brot und 1 Pfund Grütze, ausserdem 3 Pfund Salz oder eine bestimmte Menge Ziegelthee im Monat. Im Bergwerksgebiet von Tomsk können die Wäschereien wegen des rauheren Klimas nur von Anfang Mai bis Anfang Oktober betrieben werden. Es werden dort hauptsächlich Arbeiter für die ganze Betriebsdauer angeworben, einige bereits abgebaute Gruben sind Genossenschaften von Arbeitern übergeben. Ständige Arbeiter erhalten 100 bis 220 Rbl. (etwa 215 bis 475 M.) für die Betriebszeit. Für die Verpflegung wurden jedem Arbeiter im Monat verabfolgt 2½ Pud Roggenmehl, ½ Pud Weizenmehl, 7 bis 7½ Pfund Grütze, 40 bis 45 Pfund Fleisch, ½ bis 1 Pfund Butter oder 1 Pfund Fett bezw. 4 Pfund Salz.

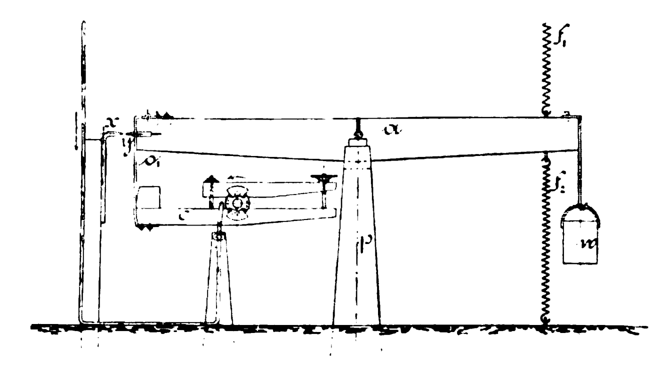
In Ostsibirien sind zwar die Arbeitslöhne bedeutend höher, die Wegeverhältnisse aber noch viel mangelhafter als in Westsibirien. Dementsprechend herrscht dort eine ausserordentliche Teuerung aller Lebensmittel. Die einzige bequeme Verbindung bildet die Schlittenbahn im Winter, dann werden alle Vorräte nach den Gruben geschafft. Durch einen schneearmen Winter wird stets ein weiteres Steigen aller Lebensmittelpreise bewirkt. Im Gebiet der Seja erhalten Arbeiter 1000 bis 1200 Rbl. (2150 bis 2600 M.), im Gebiet der Nimana 1500 bis 1900 Rbl. (3250 bis 4100 M.) für die Dauer der Betriebszeit (ohne Verpflegung).

Die ganze Schwere der Verteuerung haben die Grubenarbeiter zu tragen, die ohnehin von den Unternehmern in den meisten Fällen arg bedrückt werden. Es ist daher eine ganz gewöhnliche Erscheinung, dass Arbeiter sich durch Flucht ihren Brotherren zu entziehen suchen. Die kleine Summe, die ein Arbeiter am Jahresschluss vielleicht noch zu erhalten hat, lockt ihn nicht zu ferneren, monatelangen Mühseligkeiten. Er sucht auf einer anderen, entfernteren Wäscherei Dienst, wo er wenigstens vorläufig nicht unter der Schuldenlast zu arbeiten braucht. *T.*

Kleinere Mitteilungen.

Aldens Bremsdynamometer für kleinere Kräfte.

Wo es sich darum handelt, eine Anzahl fertiger Maschinen, wie Elektromotoren, Schnellläufer, Dampfturbinen u. s. w. mit wenigst möglichem Umstand zu prüfen, wird sich der neben skizzierte Dynamometer als sehr zweckmässig erweisen.



Die Hauptteile sind aus Holz. Die Höhe des Pfostens p richtet sich nach der Lage der zu bremsenden Motorenwelle. Um Variationen Rechnung zu tragen, ist zwischen dem Wagebalken und dem Bremsbalken ein biegsames Verbindungsglied o_1 angebracht, das beliebig ausgewechselt werden kann. Aus der Figur ist ersichtlich, dass so lange dieses Glied (Drahtseil) tangential mit den kreisförmigen Enden der Balken a und u fällt, dieselben nicht unmittelbar in einer Vertikalebene zu liegen brauchen, ja sogar rechtwinklig zu einander gestellt

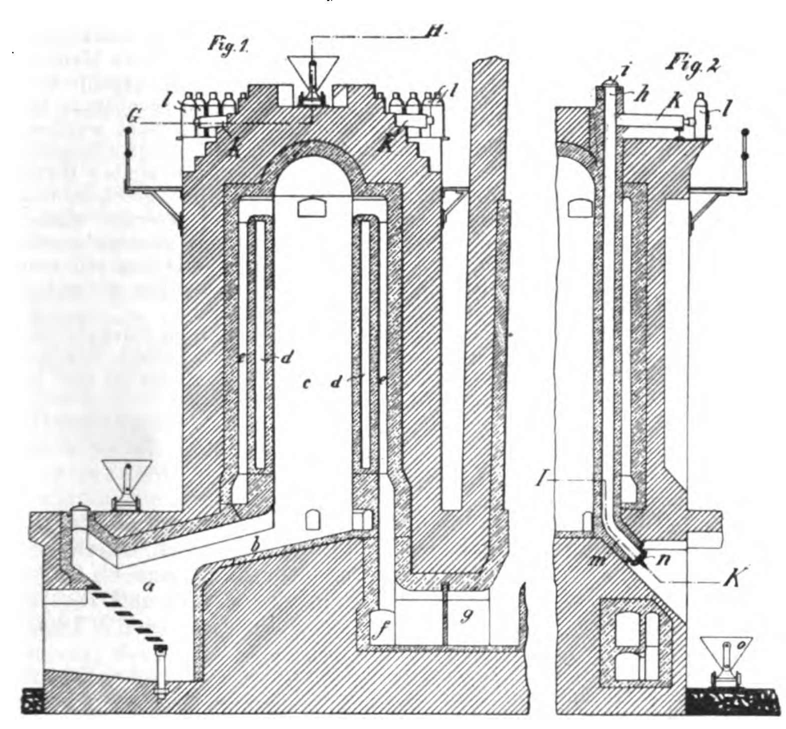
werden können. Um die Erschütterungen, welche durch das grosse Verhältnis von *a* und *u*, sowie durch o_1 schon sehr vermindert sind, noch mehr zu reduzieren, sind Federn f_1 und f_2 angebracht. Sie sind von grosser Länge und weitem Durchmesser, so dass der Ausschlag von *a* nur geringe Dehnung verursacht. Als Belastung dient ein Behälter *w* mit Sand gefüllt, der ein genaues und zugleich bequemes Adjustieren ermöglicht. Im übrigen erklärt sich die Skizze von selbst.

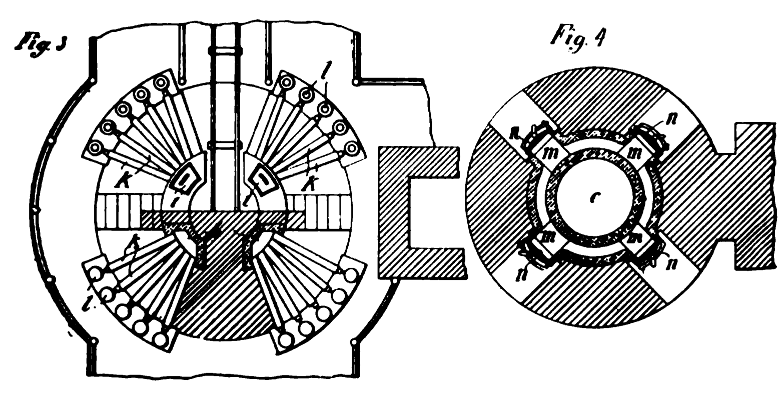
Die ganze Anordnung ist sehr einfach und billig und kann der Zaum seiner hinlänglichen Genauigkeit wegen sehr empfohlen werden. *Wilhelm Eppensteiner.*

Ringförmiger Muffelofen zum Destillieren von Zink, Kadmium u. dgl.

Bei den bisher in Betrieb befindlichen Muffelöfen zum Destillieren von Zink, Kadmium u. dgl. erfolgte die Einzelfüllung jeder Muffel durch mehrere Personen, was einesteils viel Arbeit beanspruchte und anderenteils auch nur verhältnismässig kleine Quantitäten auf einmal in den Ofen gebracht werden konnten. Dabei nahm die Füllung sehr viel Zeit in Anspruch und die Betriebskosten stellten sich nicht unwesentlich hoch.

Es ist nun der Firma *Karl Francisci* in Schweidnitz i. Schl. ein D. R. P. Nr. 107 247 auf „einen Muffelofen zum Destillieren von Zink, Kadmium u. dgl." erteilt worden, welcher den bisherigen im Gebrauch befindlichen Systeme gegenüber wertvolle Vorteile aufzuweisen hat. Der Ofen dieser Konstruktion gestattet ein schnelles Beschicken der Zinkerze mit einem Gemisch von Kohlenzündern und in einer Quantität, welche einer Füllung von 32 Muffeln im bisherigen Ofen von etwa 5 cbm Rauminhalt entspricht und ferner eine schnelle Entleerung der Rückstände nach beendeter Destillation. Da der Ofen nur vier Füllöffnungen hat, benötigt man wenig Arbeitskräfte, die das Füllmaterial mit Schaufeln in grossen Quantitäten einbringen können. Die Räumung der Rückstände erfolgt am Boden der ringförmigen Muffel bei Oeffnung des Verschlusses durch natürlichen Fall leicht und bequem; untergeschobene Wagen können daher ohne weiteres die Rückstände aufnehmen. Auch ist das Nachhelfen mit Räumkrücken der räumlichen Verhältnisse der Schächte wegen sehr bequem.





Die Konstruktion des Ofens kennzeichnet sich wesentlich durch eine ringförmige Gestaltung der Muffel, die von den Feuergasen auf ihrer Innen- und Aussenfläche bespült wird; dadurch ist die Wirkung des Feuers die denkbar intensivste und wird dieselbe durch eine vorteilhaft angelegte Luftzuführung wesentlich gefördert.

Bei der patentierten Konstruktion ist auch die Anwendung basischer Magnesitziegel für die ringförmige Muffel möglich, da dieselben nur in vertikalen, ringförmigen Wänden zur Anwendung kommen. Die Leistungsfähigkeit des Ofens wird durch die Verwendung der Magnesitziegel wesentlich erhöht, indem einmal das basische Material widerstandsfähiger gegen die Zinkdämpfe ist, dann aber auch eine 2½- bis 3mal günstigere Wärmeleitungsfähigkeit besitzen als Chamottesteine. Endlich kommt bei dem Ofen in Betracht, dass durch die kurze Füllungs- und Räumungszeit, die derselbe beansprucht, für die eigentliche Destillationsperiode eine längere Zeit verfügbar bleibt, mithin eine vollkommene Reduktion erfolgen kann. Aber auch in hygienischer Beziehung genügt die patentierte Erfindung weitgehenden, an sie zu stellenden Ansprüchen, indem über den Füllöffnungen Sammeltrichter angebracht sind, die in Verbindung mit Abzugsröhren die schädlichen Gase oberhalb des Ofens durch das Hüttendach abführen. Belästigende Gase der Rückstände bei der Entleerung des Schachtes werden unter der Ofensohle durch aufsteigende Abzugsrohre ins Freie geleitet. Vor dem Feuerraum *a* steigen durch den Kanal *b* die Feuergase im Schachte *c* empor und bespülen dort die Innenwandung der Muffel *d*, um in dem Schachte *e* wieder niederzusteigen und dort die Aussenwandung zu umspülen, wonach sie durch den Kanal *f* in den Kamin *g* abziehen. Durch die Füllöffnungen *h* wird die Muffel *d* mit Füllmaterial beschickt. Die Oeffnungen sind während der Destillationsperiode mittels Klappen *i* dicht verschlossen. Die Zinkdämpfe steigen in der Muffel nach oben und kondensieren sich in den Vorlagen *k* und den Behältern *l*. Die Entleerung der Muffel von den Destillationsrückständen erfolgt durch die Abzugsöffnungen *m*, welche gleichfalls während der Destillationsperiode durch die Klappen *n* dicht verschlossen sind. Die zur Verbrennung der Feuergase erforderliche Luft wird in Kanälen *b*, welche durch die anliegenden Kanäle der Verbrennungsgase stark erwärmt werden, dem Feuerschachte *c* zugeführt.

Transmissionsschutzhülsen.

Nach den Vorschriften der Berufsgenossenschaft muss jede Transmissionswelle, in deren Nähe Personen verkehren können, mit einem drei- oder vierteiligen festgelagerten hölzernen Schutzkasten oder einer Metallröhre umgeben werden, damit die sonst bestehende Unfallgefahr beseitigt ist, und haben die an Maschinen zugelassenen und beschäftigten Arbeiter anliegende Kleidung zu tragen. Das Tragen von nicht anliegenden Schürzen und das Herunterhängenlassen aller Kleidungsteile, die von Maschinen u. s. w. erfasst werden können, insbesondere von Halstücherzipfeln, Aermeln u. s. w. ist Maschinenarbeitern untersagt. Arbeiterinnen haben die Röcke unten zusammengebunden zu halten und Halstücher und Zöpfe nicht lang herunterhängend zu tragen.

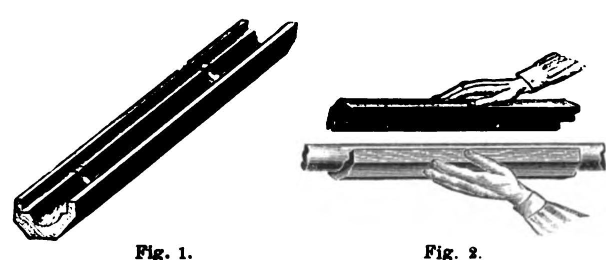


Fig. 1. Fig. 2.

Dass derartige Vorschriften wohl am Platze sind und dass durch eine Beachtung derselben die Zahl der Unglücksfälle an Transmissionswellen herabgemindert wird, ist nicht zu bezweifeln. Eine thatsächliche Verhütung von Unglücksfällen kann aber naturgemäss nicht durch Vorschriften und Verordnungen allein erzielt werden; auch kann nicht unter allen Verhältnissen von den Arbeitern das erforderliche Mass von Vorsicht und Bewusstsein der Gefahr erwartet werden. Deswegen verlangt die Aufsichtsbehörde mit Recht, dass die Gefahren bei Maschinenbetrieben durch zweckentsprechende Schutzvorkehrungen abgewendet werden.

Zur Verhütung vorerwähnter Unfälle ist von der *Kreuznacher Holzindustrie Gustav Schadt* in Kreuznach eine Schutzvorrichtung ersonnen, die offenbar Vorzügliches leistet. Dieselbe wird vom

Reichsversicherungsamt in Berlin als eine wohlthätige Einrichtung bezeichnet.

In den Fig. 1 bis 4 ist diese Transmissionsschutzhülse *Schadt* veranschaulicht. Dieselbe wird aus Holz angefertigt, besteht aus zwei Teilen (vgl. Fig. 1, eine Hälfte), die ineinander passen und zusammengelegt (Fig. 2 und 3) die Wellen umschliessen. Der innere Durchmesser der Hülse ist etwas grösser als der der zu schützenden Welle; nur an zwei Stellen sind zwei schmale Pockholzlager eingesetzt (Fig. 1 ersichtlich), die genau dem Durchmesser der Transmissionswelle angepasst sind. Diese Hülsenhälften werden um die Welle gelegt (Fig. 3 erkenntlich gemacht), in ihre Falze gefügt und dann auf beiden Seiten mittels versenkten Holzschrauben zusammengeschraubt. Vor dem Auflegen der Hülsen ist ein Einfetten der Pockholzlager zu empfehlen.

Bei Bewegung der Transmission dreht sich auch die Hülse mit dieser; letztere steht aber sofort still, wenn sie absichtlich oder unabsichtlich berührt wird, während die Welle in den Pockholzlagern der Hülse ungehindert weiter rotiert. — Sind an der

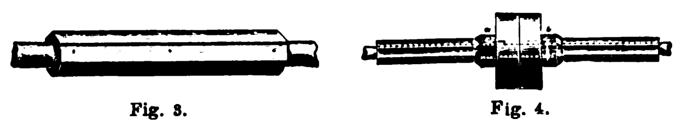


Fig. 3. Fig. 4.

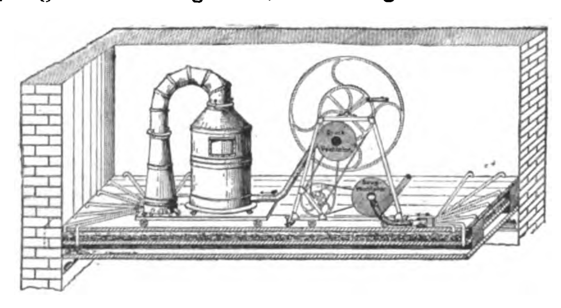
Welle vorstehende Teile vorhanden: Stellschrauben, Keilnasen u. s. w., so werden an solchen Stellen erweiterte kurze Hülsen, „Deckhülsen", so auf die Transmissionshülse geschoben, dass sie über diese entsprechend hinausragen, wodurch um die hervorragenden Wellenteile ein Hohlraum gebildet wird, in welchem diese ungehindert rotieren können, wenn die Schutzhülse durch irgend einen Umstand festgehalten werden sollte.

Abgeworfene Riemen veranlassen bei Berührung der Schutzhülse sofort deren Stillstand, ebenso Anlehnen von Transmissionsleitern u. s. w.; es kann deshalb von dem Aufhängen der ersteren in Riemenhaken unter Umständen verzichtet werden.

Die Transmissionsschutzhülse *Schadt* ist äusserst einfach konstruiert; ihre Anbringung ist leicht und schnell durch jeden vorsichtigen und akkuraten Arbeiter zu bewirken; sie wird in Normallängen von 50 cm geliefert und bei der Montage stumpf aneinander gesetzt. Die Pockholzlager sind so angebracht, dass die Hülse, um bestimmte Längen zusammensetzen zu können, an beiden Enden abgeschnitten werden kann.

Austrocknen von Neubauten und Beseitigung von Hausschwamm, Wasserschäden und Schimmelbildung.

So reichlich dem Bauwesen auch Neuerungen jeder Art in den letzten Jahren zufliessen, auf dem Gebiete der Austrocknung von Neubauten und der Beseitigung der Schäden durch Feuchtigkeit ist es bisher immer beim Alten geblieben. Kokskörbe, in offener oder geschlossener Form, bilden noch immer die einzige Hilfe des Baumeisters zur Trockenlegung von Decken und Wänden, und die Sanierung von Hausschwamm und Schimmelbildungen u. s. w. wird meistenteils noch in der veralteten und übertrieben kostspieligen Weise ausgeführt, dass die gefährdenden Bauteile



beschädigt werden. Beachtenswerte Neuerungen auf diesem Gebiete hat jetzt Regierungsbaumeister *Seemann* in die Praxis eingeführt und eine Gesellschaft für Austrocknuug und Sanierung von Gebäuden, die „*Bauhygiene*", *G. m. b. H.*, Berlin, nutzt diese Neuerungen nunmehr in grossem Stile aus, indem sie — allem Anschein nach — ein grosses Feld im praktischen Bauwesen sich erobert.

Mit dem Hauptapparat (D. R. P. Nr. 76877), welchen wir in der vorstehenden Abbildung geben, ist die „*Bauhygiene*"-*Gesellschaft* in der Lage, täglich einige 100 cbm Luft auf etwa 200° C. erwärmt, unter dem Druck eines Ventilators, mittels leicht zu montierender Blechröhren unter die Fussböden und Staaken einer Balkendecke zu drücken. Diese heisse Ventilationsluft sättigt sich mit der in der Balkendecke befindlichen Feuchtigkeit, wird von einem zweiten Ventilator abgesogen und bewirkt so die sehr energische Durchlüftung der einzelnen Balkenfächer. Zugleich wird durch die Hitze bewirkt, dass Decken, die durch irgend welche Umstände — durch zurückgebliebene Baufeuchtigkeit oder durch Rohrbrüche, Löscharbeit u. s. w. — in gefährlicher Weise durchfeuchtet sind, infolgedessen zu Hausschwammbildungen und Substanzzerstörungen hinneigen und auf natürlichem Wege die in ihnen eingeschlossene Feuchtigkeit nicht mehr abgeben können, durch den Hauptapparat der genannten Gesellschaft, ohne Aufheben der Fussböden und ohne nennenswerte Störung, zur völligen Austrocknung und Sanierung gebracht werden.

Dieser Apparat wird in schwierigen Fällen noch durch eigenartig konstruierte Hängeöfen in seiner Heizwirkung unterstützt.

Die Gebläseheizkörper bilden eine weitere Neuerung, welche bezweckt, massive Wände von beliebigen Stärken rasch zu trocknen. Diese Heizkörper bestehen aus einem Blechmantel mit Rost von etwa 1 m Länge, sind an der hohen Seite offen und ermöglichen, die ganze Glut eines Holzkohlenfeuers durch den Druck eines Gebläses gegen eine Wand wirken zu lassen. Um den Heizkörper herum bildet sich von der durchtrockneten Wand aus ein grösserer Trocknungsherd, und es genügt ein Heizkörper, um nach mehrstündiger Arbeit grössere Flächen zu trocknen; es lassen sich aber in einem Raume mehrere solcher Gebläseheizkörper zugleich aufstellen, also mehrere Wände zugleich trocknen; ein besonderer Vorteil liegt darin, dass der den Ventilator betreibende Arbeiter sich im Nebenraum ohne Schädigung seiner Gesundheit aufhalten kann. Die Wirkung der Gebläseheizkörper aber ist im Vergleich mit der von Koksöfen viel intensiver, bei dicken Mauern bis zum Kern reichend und kennzeichnet sich dadurch, dass die Hitze nicht wie bei den Koksöfen ziellos zur Decke entweicht, sondern dort wirkt, wo das Trocknen sich vollziehen soll. Diese Gebläseheizkörper dürften besonders bei Kellerwänden und dicken stärkeren Mauern angewendet werden, welche in der Trocknung zurückgeblieben sind; dieselben sind, wie uns mitgeteilt wird, neuerdings im königlichen Schlosse zu Charlottenburg dazu verwendet worden, um feuchte Wände aus aufsaugungsfähigem Ziegelmauerwerk poröser Natur von etwa 1 m Stärke in einer bestimmten Höhe von beiden Seiten zu durchheizen und in die getrockneten Schichten mittels durchreichender Bohrlöcher Teeröle einzupressen. Auf diese Weise wird eine horizontale Isolierung gegen aufsteigende Feuchtigkeit hergestellt. Dieses Verfahren soll von der „*Bauhygiene*"-*Gesellschaft* in den schwierigen Fällen mit guten Erfolgen zur Durchführung gebracht worden sein.

Danach können bei Wänden von 29 bis 51 cm Stärke 8 bis 10 qm in 10 Stunden durchheizt werden, während frischer Wandputz in einer Flächenausdehnung von 20 bis 30 qm in 10 Stunden getrocknet wird.

Bücherschau.

Verdampfen, Kondensieren und Kühlen. Erklärungen, Formeln und Tabellen für den praktischen Gebrauch. Von *E. Hausbrand*, Oberingenieur der Firma *C. Heckmann* in Berlin. Mit 21 Figuren im Text und 76 Tabellen. Berlin. Verlag von Julius Springer. 1899. 390 S. Preis geb. 9 M.

Im vorliegenden Buche ist es dem uns durch seine Schrift „Das Trocknen mit Luft und Dampf" bekannten Verfasser gelungen, dem mit Lösung von wärmetechnischen Problemen und mit der praktischen Anwendung der Gesetze der Wärmelehre sich befassenden Ingenieur ein zuverlässiges Hilfs- und Handbuch zu bieten, dessen er sich bequem bedienen kann, ohne erst die benötigten Angaben in der umfangreichen Fachlitteratur durch längeres Studium suchen zu müssen. Die an passenden Stellen eingeflochtenen zahl- und lehrreichen Beispiele lassen auch den auf diesem Gebiete nicht ganz heimischen Ingenieur sich zurechtfinden.

Gasanalytische Methoden von Dr. *Walther Hempel*. Mit 127 Abbildungen. Dritte Auflage. Braunschweig. Druck und Verlag von Friedrich Vieweg und Sohn. 1900. Preis geh. 11 M.

Das viel benutzte Buch hat gegenüber der vor etwa 10 Jahren erschienenen zweiten Auflage in fast allen Teilen wesentliche Ergänzungen erfahren. Nach der im ersten Teil erfolgten Einführung in das gasometrische Gebiet, Erläuterung der zu verwendenden Apparate und der nötigen Vorbereitungen zur Analyse, gibt der Verfasser im zweiten Teil eine erschöpfende Beschreibung der speziellen Methoden und der Eigenschaften der verschiedenen Gase, um im dritten Teile des Buches auf die Anwendungen der Gasanalyse einzugehen. Diesem Teile sind noch Anleitungen zu einigen verwandten Arbeiten, sowie eine kalorimetrische Methode zur Bestimmung des Heizwertes der Brennstoffe eingefügt. Da, wie zu erwarten, alle wichtigeren in den letzten Jahren bekannt gewordenen Untersuchungen auf diesem Gebiete in dem Buche verwertet worden sind, so wird dasselbe allen, die sich mit Gasanalysen beschäftigen, ein zuverlässiger, empfehlenswerter Ratgeber sein. *Lz.*

Arnold Bergsträsser Verlagsbuchhandlung (A. Kröner) Stuttgart.
Druck der Union Deutsche Verlagsgesellschaft ebendaselbst.



DINGLERS
POLYTECHNISCHES JOURNAL.

81. Jahrg., Bd. 315, Heft 13. Stuttgart, 31. März 1900.

Jährlich 52 Hefte in Quart. **Abonnementspreis** vierteljährlich 6 M., direkt franko unter Kreuzband für Deutschland und Oesterreich 6 M. 65 Pf., für das Ausland 7 M. 30 Pf. Redaktionelle Sendungen und Mitteilungen bittet man zu richten: An die Redaktion von „Dinglers Polytechn. Journal" in Stuttgart, die Expedition betreffende Schreiben an Arnold Bergsträsser Verlagsbuchhandlung (A. Kröner) Stuttgart.



Allgemeine Fragen der Technik.

Von Ingenieur **P. K. von Engelmeyer**, Moskau.

(Fortsetzung von S. 169 d. Bd.)

Zur Erfindungsfrage.

Ingenieur *Emil Capitaine*, Erfinder eines bekannten Petroleummotors, verfasste eine Schrift: „Das Wesen des Erfindens" (1895), welche viel Beachtenswertes bringt. Und abermals machen wir die Wahrnehmung, dass ein guter Erfinder nicht immer ein guter Selbstbeobachter ist. *Capitaine* verkennt aus Prinzip das eigentliche schaffende Vermögen, die Intuition, indem er sich die Aufgabe stellt, im Erfinden nur dessen besonnene Seite zu sehen. Seine Absicht ist, „eine Erklärung der schöpferischen Geistesthätigkeit an Beispielen planmässiger Aufstellung und Lösung erfinderischer Aufgaben" zu liefern. Zunächst bringt er eine Reihe Aeusserungen (von *Schopenhauer*, *Goethe*, *Windelband*, *Hartig*, *Paulsen* u. a.), wo auf die Intuition das Hauptgewicht gelegt wird; doch betont er nicht, wie er sich selbst zu dieser Anschauung stellt. Er sagt zwar später: „mit ihr (der schöpferischen Phantasie) überhaupt beginnt die schöpferische Thätigkeit, denn das Wesentliche der letzteren besteht in der Verbindung des Gegebenen zu Neuem, sowie die Zerlegung eines bisher Bestehenden, aber noch nicht Erkannten" (S. 45, 46); „nun ist aber dieses Ergebnis, nämlich das Neue, ganz unabhängig von dem Willen des Betreffenden, er kann es nicht voraussehen, denn was er voraussieht, kann nur ein Bekanntes sein" (S. 56); allein *Capitaine* eilt darüber hinaus in das Stadium der besonnenen Arbeit: „Im allgemeinen wird jede Erweiterung der kontinuierlichen Auffassung der Dinge, d. h. ein Zusammenhang erkennen, eine neue Erkenntnis und damit eine schöpferische Geistesthätigkeit darstellen, und sie muss Keime zu Neuem in sich tragen" (S. 58). Sieht man ab von der grammatischen Unklarheit des Satzes, so erkennt man *Capitaine*'s Grundgedanken, der überall auf eine kontinuierliche Zusammenstellung des Bestehenden das grösste Gewicht legt. Kontinuierlich soll bei ihm heissen: erschöpfend und systematisch zugleich. Als Beispiel einer solchen Zusammenstellung finden wir am Ende des Buches eine Tabelle, wo Abschlussorgane für Flüssigkeiten und Gase verschiedenster Konstruktion systematisch geordnet und schematisch dargestellt sind.

Einen Grundgedanken, der wie ein roter Faden durchs ganze Werk hindurchzieht, formuliert *Capitaine*, indem er die Hilfsmittel für das planmässige Erfinden aufzählt, in folgenden Worten: „Erstens soll die Arbeit des Aufsuchens des Bekannten erleichtert werden durch vollständige systematische Zusammenstellung desselben, zweitens soll die Arbeit des Erkennens des Bekannten durch eine kontinuierliche Darstellung vermindert und das Ueberschauen eines unvergleichlich grösseren Gebietes wie bisher ermöglicht werden, drittens soll ein Aufsuchen und kontinuierliches Zusammenstellen aller Verfahrungsweisen bei der Verbindung des Bekannten zu Neuem stattfinden, und viertens sollen die beim Auswahltreffen des Bekannten massgebenden Gesichtspunkte aufgesucht und übersichtlich geordnet für jedes einzelne Gebiet vorgeführt werden. Sonach handelt es sich hier in der Hauptsache um die Beseitigung von Schwierigkeiten bei der Denkthätigkeit, die bisher nur besonders veranlagte Menschen mehr oder minder zu überwinden vermochten. In gleicher Weise wie bei der Verbindung von Bekanntem zu Neuem lassen sich auch für das Aufsuchen von Problemen für die schöpferische Geistesthätigkeit Verfahrungsweisen oder Regeln aufstellen" (S. 105). Nur das Ende erweckt einen recht begründeten Zweifel. Das übrige begrüssen wir aber als einen praktischen Vorschlag, der wirklich dazu geeignet erscheint, die besonnene Arbeit beim Erfinden thunlichst zu vermindern. Ganz richtig weist *Capitaine* auch darauf hin, dass das heutige Schulwesen keine „Kontinuität im Wissen herstellt" (S. 49). Indem er eine solche anstrebt, erscheint ihm der Vorschlag von *Fr. Bacon* willkommen, „Tafeln der Erfindungen" aufzustellen, d. i. das gesamte Wissen in Tafeln zu ordnen. „Bei einer Ordnung des Bestehenden auf dem Gebiete der Technik würden die Millionen von Schriften, welche grosse Bibliotheken ausfüllen, auf vielleicht 30 bis 50 Bände gleich denen eines Konversationslexikons zusammenschmelzen" (S. 90). Verfasser erzählt, ein solches Unternehmen begonnen und nur aus Mangel an Mitarbeit aufgegeben zu haben. Eine solche Encyklopädie wäre von grosser Bedeutung, nur erscheint es schwer, auf eine allgemein gültige Einteilung des Bestehenden zu verfallen, denn eine jede bringt notwendigerweise eine Beschränkung mit sich, indem sie das Suchen inmitten der von ihr gezogenen Grenzen erleichtert, dagegen führt sie die Schwierigkeit mit sich, wo eben diese Grenzen gezogen werden sollen.

Auf meiner dreiaktigen Theorie fussend[1]), muss ich sagen: *Capitaine* erwähnt zwar den ersten Akt des Schaffens, thut aber sein Mögliches, um den Anteil der Intuition thunlichst zu verringern und das Hauptgewicht in die wissenschaftliche Denkarbeit zu verlegen. Wäre *Capitaine* zu einer dreiaktigen Einteilung des Erfindens gelangt, so hätte er wahrscheinlich sein Buch als eine Monographie über den zweiten Akt präsentiert und dementsprechend bearbeitet. Das wäre das Richtige gewesen. Er hätte auch der Versuchung widerstehen können, das Wollen vor dem Wissen zurückzudrängen. Indem er sich aber bemüht, als Schaffen lediglich nur den zweiten Akt anzuschauen, überschreitet er die Grenze des Sachgemässen: „Es erhellt hieraus, dass die vorgeschlagene übersichtliche und kontinuierliche Ordnung des Bekannten von grösstem Wert ist für das Gewinnen einer sicheren Grundlage zum Schaffen" (S. 124). Hier ist die Grenze; *Capitaine* geht aber weiter: „Man sieht hier den Schleier fallen (?), der bisher über dem erfinderischen Schaffen lag, und wie einfach und natürlich das einzelne Neue sich häuft zu einem neuen Ganzen" (S. 124). Sein Buch gibt immerhin keine „Erklärung der schöpferischen Geistesthätigkeit", sondern

[1]) *D. p. J.* 1899 **312** 30 u. ff.

höchstens einige praktische Ratschläge zur Erleichterung dieser Thätigkeit.

Capitaine meint, um Erfindungen zu machen, braucht man nur eine „kontinuierliche“ Zusammenstellung des bereits im betreffenden Gebiete Bestehenden vor Augen zu haben und dabei etwas zu experimentieren. Dann ergibt sich das gewünschte Neue von selbst, „ohne in allen Fällen erfinderische Anlage zu besitzen. Die praktischen Versuchsresultate ergeben von selbst dasjenige, was not thut“ (S. 83). Modifikation der Grösse, „Materialwechsel, Gebrauchswechsel, Umkehrung der Bewegung, Wechsel in dem weitesten Sinne gehören zu den bekannten Mitteln, mit denen man Bekanntes kombiniert, um einen Zweck zu erreichen, woraus sich das Neue von selbst ergibt“ (S. 97). „In den verschiedenen Zweigen der Technik hat man eine so grosse Anzahl von Mitteln und Verfahrungsweisen bereits in Anwendung gebracht, dass man nur diese kennen zu lernen und die geeignetsten für den jeweiligen Zweck auszuwählen und zusammenzusetzen hat“ (S. 86). Hier übersieht *Capitaine* den Umstand, dass erstens jene „grosse Anzahl von Mitteln und Verfahrungsweisen“ nicht anders als erfunden werden konnte, dass zweitens dies alles nur Material zur Auswahl ist, die Auswahl selbst aber von der wählenden, zielanstrebenden, kurz schöpferischen Geisteskraft vollbracht werden muss, dass alles faktisch Bestehende, an einen Ort zusammengetragen, doch nicht, wie etwa ein Gemenge aus verschiedenen Salzen, von selbst, durch Affinität, ein neues Werk zu stande bringt. So viel Zahnräder man in einen Sack auch hineinthut, es entsteht doch keine Uhr daraus. Die vollständigsten Maschinentabellen helfen wenig demjenigen, der weder angeborenes noch ausgebildetes Kombinationsvermögen besitzt. Ein Wörterbuch ist eine „kontinuierliche“ Zusammenstellung aller Elemente einer Sprache. Nach *Capitaine* genügt es, auf seinem Schreibtisch ein gutes Wörterbuch zu haben, um ein Schriftsteller zu sein.

Seine theoretischen Auslegungen verdeutlicht *Capitaine* durch eine Reihe von Beispielen. Der Leser erwartet ganz natürlich eine Mitteilung über seine eigenen Erfindungen und ist dabei doppelt gespannt: erstens ist jede autentische Geschichte praktischer Erfindungen von grossem Interesse, zweitens bietet sich auch dem Verfasser die Möglichkeit, seine Theorie auf solche Belege zu stützen, die ihm bis ins Detail bekannt sind. Mit Verwunderung findet aber der Leser keine thatsächlichen Erfindungen, sondern erdichtete Fälle. Aus seiner wirklichen Praxis erwähnt *Capitaine* nur das Mindeste: die Ausarbeitung der Zündröhre an seinem Motor, wo es sich lediglich nur um Materialwechsel handelte bezw. um Anwendung von Porzellan anstatt Metall. Zu diesem Behufe liess Verfasser „eine grosse Anzahl solcher Röhren in den verschiedensten Wandstärken, Durchmessern und Längen machen“ (S. 101) und wählte sich daraus das passende. Mit der richtigen Bemerkung: „Wir finden dieses ‚an der Praxis Erproben‘ da, wo die Erkenntnis der Sache unzureichend ist, auf allen Gebieten“ (S. 102), schliesst er die kurze Auseinandersetzung seiner faktischen Erfindung. Dagegen macht er sich breit in einer Reihe erdachter Erfindungen (Apparate zum Aufzeichnen des Blutlaufes, der Atmung, der Transpiration, des Klavierspieles, eine Flugmaschine u. s. w.). Besonders eine bespricht er eingehend (auf 12 Seiten) und versieht sie mit einer Menge Zeichnungen: er habe sich die Aufgabe gestellt, einen Apparat zu konstruieren, der jede Musik mit Rhythmus und Klangfarbe nachzuahmen im stande wäre, ohne Phonograph zu sein. Indem *Capitaine* eine kontinuierliche Reihe Versuchskonstruktionen darstellt und beschreibt, die alle einer Verschmelzung des Telephons mit der Harmoniumzunge entspringen und die Aufgabe immer noch nicht lösen, macht er folgenden unerwarteten Schluss: „Auf diese Anordnung muss man mit Notwendigkeit gelangen“ (S. 120). „So wäre nun eine Erfindung gemacht und damit die Grundlage zu einem neuen Instrument geschaffen, welches an Bedeutung den Phonographen erheblich überragen dürfte“ (S. 122). In einer Fussnote verspricht *Capitaine* diesen Apparat „innerhalb Jahresfrist der Oeffentlichkeit übergeben zu können“ (S. 124). Inzwischen sind aber 4 Jahre verstrichen, ohne dass wir einen solchen besitzen. Allerdings sagt dieser Umstand nichts gegen die Möglichkeit, dass er von heute auf morgen zu stande kommt, er beweist aber, dass es zu früh ist, eine Erfindung als fertig anzunehmen, bevor sie eben fertig ist. Es ist entschieden zu bedauern, dass *Capitaine* als Urheber anerkannt praktischer Erfindungen es vorzog, zur Begründung seiner Theorie nicht die ihm zu Gebote stehenden Fakta, sondern Fiktionen zu verwerten. Die Frage erscheint somit berechtigt: was wäre aus seiner Theorie, wollte er sie auf das Faktische anwenden?

Ich glaube, diese Frage folgendermassen beantworten zu dürfen: seine Theorie hätte dabei die nötige Modifikation erhalten können, welche sie eben sachgemäss durchmacht und die darin besteht, der Intuition ihre volle Berechtigung anzuerkennen, und sie nirgends ausser Sicht zu lassen.

Wir schliessen mit *Capitaine*'s Behandlung der Frage von der Entdeckung. Den Unterschied zwischen Erfindung und Entdeckung sieht er darin, dass in der Erfindung ein Zusammensetzen, in der Entdeckung ein Zerlegen stattfindet. Diese Ansicht ist eigentümlich und wir wollen sie näher prüfen. Wir lesen: „es gibt Fälle, in denen irgend eine Zusammenstellung von Körpern und Vorgänge nicht ohne weiteres erkennbar sind, dass die Entwirrung des Thatbestandes die denkbar grössten Schwierigkeiten macht. In den niederen Graden bezeichnet man das Entwirren des Thatbestandes einfach mit Erkennen. . . . In den Fällen, wo eine Erscheinung auftritt, deren Merkmale nicht ein direktes Inbeziehungbringen zu dem bereits Bekannten gestattet, nennen wir das Entwirren des Thatbestandes — Entdecken“ (S. 125). Als Beispiel wird, ähnlich wie bei *Hoppe*, die Entdeckung des Ozons auseinander gesetzt, wo der Geruch als Führer diente für die Ausscheidung (Entwirrung) jenes Stoffes — des Sauerstoffes, der den Ozon bildet.

Darf man nun sagen: Erfinden ist Verbinden, Entdecken ist Zerlegen? Nein, in beiden geschieht beides. Erfindung wie Entdeckung ist eine neue Gruppierung eines alten Materials, welches zu dem Behufe zerlegt wird. Die von aussen empfangenen Komplexe zerfallen im Geiste in Teile, die sich gegenseitig berühren und in anderer Gruppierung verbinden. Ein neues Konzept kann nur entstehen, indem das Baumaterial dafür aus früherer Erfahrung, durch deren Zerfall, entnommen wird. Ob man das neu entstandene Konzept Erfindung oder Entdeckung nennt, hängt davon ab, welche Anwendung das Konzept bekommt, eine technische oder eine wissenschaftliche.

Wie gesagt, darf man im besprochenen Werk von *Capitaine* keine Erklärung des Erfindens, sondern nur eine Monographie über den zweiten Akt des letzteren suchen. Dann bleibt dem Werke seine volle Bedeutung gewahrt.

Sehr interessant ist das von *E. Rasch* verfasste Werkchen „Zum Wesen der Erfindung“ (1899). Der Verfasser, Oberingenieur am Bayerischen Gewerbemuseum in Nürnberg, hatte offenbar zahlreiche Gelegenheit gehabt, mit Erfindern in Verbindung zu treten, was eine Stellung, wie die seinige, notwendig mit sich bringt. Sehr wertvoll ist es, wenn einer aus dem Leben einen Standpunkt erfasst, denselben in die Oeffentlichkeit bringt. Obwohl wir nicht mit allem einverstanden sind, so bietet uns dessenungeachtet auch dasjenige Interesse, was uns nicht zusagen will.

Vor allem wird der intuitive Ursprung der Erfindung hervorgehoben, unter Bezugnahme auf *E. Hartig*, *Helmholtz*, *Goethe*, *Voltaire*, *Lombroso*, *Schopenhauer*. Alsdann fühlt sich Verfasser verpflichtet, sein Thema gegenüber der herrschenden Abneigung gegen alles Philosophieren über technische Dinge zu rechtfertigen und sagt: „Die Lösung dieser Frage nach dem Wesen der Erfindung ist nicht müssige Spielerei und hat nicht lediglich erkenntnistheoretischen Wert, sie ist von grösster Wichtigkeit für das Industrierecht“ (S. 6), und erklärt sich einverstanden mit dem, was ich im ersten meiner Artikel über „Allgemeine Fragen der Technik“ (*D. p. J.* 1899 **311** 21) über den berufsmässig viel zu eng begrenzten Gesichtskreis der gegenwärtigen Ingenieure geäussert.

Zu seinem eigentlichen Thema übergehend, sieht *Rasch* als „erste Phase einer Erfindung“ „das Erfassen eines Problems, das Erhaschen einer Aufgabe“ (S. 9). „Die Erkenntnis des Mangels, der Unvollkommenheit dringt stärker



auf den feiner als gewöhnliche Sterbliche empfindenden Erfinder ein“ (S. 10). Der innere Vorgang, welcher meinen ersten Akt kennzeichnet, findet alsdann eine so treffende Darstellung, dass wir sie hier wiedergeben: „Jedes Ding, jeder Vorgang des Lebens wird mit geschärftem Blick gesehen und probierend mit seinem Problem in kausalen Zusammenhang gebracht. Jeder Mechanismus, jedes Getriebe, jeder physikalische Vorgang, der ihm zufällig aufstösst, wird seiner schemenhaften Erfinderidee probeweise eingefügt, wobei das stets wachende kritische Gewissen entscheidet, ob dieses neue Element zur Lösung der gesteckten Aufgabe geeignet ist oder nicht“ (S. 12). „Die überraschende Zweckmässigkeit irgend einer Kombination, die ihm häufig der Zufall in die Hände spielte, und die er bei systematisch bewusstem Suchen vielleicht nicht gefunden haben würde, bringt ihm die Möglichkeit der Lösung seines Problems plötzlich zum Bewusstsein“ (S. 13).

„In demselben Augenblicke, in dem das Hilfsmittel, welches zur Lösung des Problems führt, von dem Spürsinn des Erfinders erhascht wird, in dem die Möglichkeit der Lösung seines Problems in dem Bewusstsein des Erfinders auftaucht, ist die eigentliche Erfinderthätigkeit beendet. ... Die praktische Konstruktion einer Erfindung ist berufsmässige Arbeit eines Ingenieurs“ (S. 14).

Im typischen Verlauf des Erfindens unterscheidet nun *Rasch* zwei Stufen: die erste Stufe fängt an mit dem Erfassen einer Aufgabe und endet mit dem Erhaschen *der Möglichkeit* der Lösung (notabene noch nicht der Lösung selber). Somit stimmt seine erste Stufe auf das vollkommenste mit meinem ersten Akte überein. Das übrige, die eigentliche Ausarbeitung, bezeichnet er mit einem Worte „Konstruktion“ und fasst mit demselben meinen zweiten und meinen dritten Akt zusammen. Das Konstruieren beziehe ich nur auf den dritten Akt, und mit dem zweiten Akte bezeichne ich die Ausarbeitung eines Schemas. *Rasch* fasst somit nicht den vollständig ausgebildeten Erfindungsvorgang, sondern eine seiner Verkürzungen, auf die ich seinesorts hingewiesen (*D. p. J.* 1899 **312** 145 bis 146), was durchaus keinen Vorteil darbietet, eher umgekehrt.

Den psychologischen Mechanismus des Erfindens beschrieben, wendet sich *Rasch* zur logischen Feststellung des Begriffes Erfindung. Ganz richtig erblickt er nächste Verwandtschaft zwischen Erfindung, Entdeckung und künstlerischer Schöpfung. In der „unbekannten Wirkung“ einer Komplexion von bekannten Elementen sieht er das gemeinsame Wesen der drei Geschwister (S. 20). „Wenn es nun zutreffen dürfte, dass eine Kunstschöpfung einen ästhetischen, eine Entdeckung einen erkenntnis-theoretischen Effekt besitzt, so ist es schwieriger, den Effekt der Erfindung eindeutig zu kennzeichnen. Und zwar hat dies darin seinen Grund, dass wir vorderhand uns darüber noch nicht klar sind, was Technik ist und was Technik soll; kurzum, der Mangel an einer Realdefinition des Begriffes ‚Technik‘ macht sich hier schwer fühlbar“ (S. 21). Zur Motivierung dieses Seufzers wird meine Definition des Begriffes „Technik“ wiedergegeben: „Technik ist die Kunst, Naturerscheinungen planmässig und auf Grund der erkannten natürlichen Wechselwirkungen der Dinge ins Leben zu rufen“ (*D. p. J.* 1899 **312** 97).

Obzwar ich ebenda die Thatsache blossgelegt habe, wie wackelnd und mehrdeutig der Sprachgebrauch des Begriffes „Technik“ zur Zeit immer ist, so sieht man doch gleich, dass jene Definition sie alle umfasst. Die Mehrdeutigkeit aber, sie ist ein Segen an sich: in ihr liegt verborgen das Rätsel, warum und wie unser technischer Beruf mit allen anderen verknüpft ist, warum und wie derselbe an die Spitze der gesellschaftlichen Leiter steigen wird, sobald das Rätsel dereinst gelöst werden wird. Es frägt sich nur, von welcher Seite darf man die Lösung erwarten? Dürfen wir etwa Juristen oder Philosophen, Historikern oder Medizinern zumuten, dass sie es sich zur Lebensaufgabe machen, die Abhängigkeit oder gar Unterordnung ihrer Stände von dem technischen in die allgemeine Ueberzeugung — uns, Technikern, zum Ostergeschenk — darbringen? Es scheint in der That, als ob die hohen Leitungen mancher technischen Hochschulen dieser Erwartung sich hingeben — oder vielleicht gar keine gesellschaftlichen Fortschritte für den Ingenieurstand erwarten (vgl. meine „Propädeutik“ *D. p. J.* 1900 **315** 127).

Auf *Rasch* zurückkommend, sehen wir ihn doch auf meinen Dreiakt kommen nach dem Schema: „Wollen, Wissen, Können“ (*D. p. J.* 1899 **312** 130). Nur will er in dieser Dreifaltigkeit nicht den ganzen Vorgang, sondern nur das Ergebnis der Schöpfung sehen — Sache des Gesichtswinkels — und ordnet nach derselben die Triade: Kunst, Wissenschaft, Technik: „Jedes Kunstwerk regt zu neuer Bethätigung des Willens an: es vermehrt die jeweilige Summe, das Integral des Gewollten“ (S. 23). „Das Ziel des Entdeckers ist Erkenntnis des Seins, das Wissen. Er will in erster Linie das Integral des Gewussten vergrössern, bereichern“ (S. 24). „Und nun der Erfinder... Die Erfindung ist dem Realen gewidmet: sie bereichert den Schatz menschlichen Könnens durch neue Hilfsmittel... Die Aufgabe der Technik besteht darin, das physische Können des Menschen durch räumlich oder zeitlich gekennzeichnete Hilfsmittel zu erhöhen“ (S. 24).

Alsdann macht *Rasch* den interessanten Versuch, nach dem Dreiakt „Wollen, Wissen, Können“ die ganze Kulturgeschichte einzuordnen: „Die Kunst schuf zuerst vorhin nicht gekannte Gefilde, auf denen die Psyche sich ausleben, sich dem Schönen in Tönen und Bildern hingeben kann“ (S. 24). „Der zweite ‚Akt‘ in der Kulturgeschichte wurde durch die Entdeckung, durch die ständige Bereicherung des ‚Gewussten‘ eingeleitet. Die dritte Entwickelungsstufe wird durch die technische Erfindung beherrscht, die nunmehr die letzte Lücke in dem *Dreiakt der schöpferischen Thätigkeit* des Menschen ausfüllt“ (S. 25). Ich darf nicht sagen, dass mir diese Ansicht willkommen erscheint: mit ihr stellt man fatal ein Punktum auf die weitere Kulturentfaltung und man verfällt in eine doppelt unbehagliche Lage, zu entscheiden: entweder hat unsere Zeit wirklich den Kulturgipfel erreicht, die Bergsicht ist dann entschieden des Erklimmens nicht wert, oder es stehen uns noch höhere und schönere Aussichten bevor. Dann ist die Ansicht totgeboren. Ich bin für meine Person für den zweiten Glauben und bekenne mich zu dem Meliorismus von *George Elliott.*

Wie oben gesagt, legt *Rasch* das Hauptgewicht, das Wesen der Erfindung nicht in die Neuheit der Komplexion selber, sondern in die Neuheit des Effektes der Komplexion. Er frägt aber in Verzweiflung: „Was ist überhaupt noch neu?“ (S. 29), indem er mit *E. Kapp* („Philosophie der Technik“, vgl. *D. p. J.* 1899 **311** 69) findet, „dass unsere meisten Erfindungen (?) von der Natur bereits vorerfunden sind, dass unsere Erfinder organische Vorbilder unbewusst kopieren“ (S. 29 bis 30). Man muss sich billig wundern, wie ein *Rasch*, der doch offenbar ein reger Geist und ein erfahrener Techniker ist, einer *Kapp*'schen Organprojektion huldigt! Zwar bestätigt dieser Umstand nur, was ich in meinem ersten Aufsatz gesagt: „... was manche Denker ... geschrieben, ist nicht genügend technisch behandelt, und was von Technikern geschrieben wurde, ist nicht immer logisch genug gewesen“ (*D. p. J.* 1899 **311** 22); immerhin ist es zu bedauern, um so mehr, als *Rasch* von einem gesunden Gefühl geleitet ist und der *Kapp*'sche Nebel nur eine vorübergehende Trübung des klaren Gedankenflusses verursacht. Die trübe Stelle wollen wir doch hervorheben. Einstmals lesen wir, dass die Natur „nie irrt, dass die Lösung stets dem Zwecke angepasst ist“ (S. 30). Ein paar Zeilen weiter heisst es: „Unzweckmässige Anläufe und Auswüchse fielen dem Untergange anheim ...“ (S. 30). Auf den ersten Blick scheint der zweite Satz den ersten nur zu bestätigen, ich sehe aber einen Widerspruch in beiden: dass die Natur zu irgend welchen Zeiten Unzweckmässigkeiten hervorgebracht, ist ein schlechter Beleg für das Dogma der Unfehlbarkeit der Natur.

Bald sind wir aber über die trübe Stelle hinweg: „Es ist einleuchtend, dass manche Erfinderaufgaben in der Technik gestellt werden, die, wie sich gewöhnlich später zeigt, die Natur bereits gelöst hat“ (S. 31). „In der That beschränkt sich die Aehnlichkeit einer Organprojektion mit ihrem Vorbild nur in der Uebereinstimmung des Zweckes, der Aufgabe“ (S. 32). „Die naheliegende Konsequenz, welche aus der Theorie der Organprojektion gezogen werden könnte, bei Lösung technischer Probleme die Natur zu

kopieren, würde heillose Irrungen und Enttäuschungen zeitigen“ (S. 41).

Endlich trifft *Rasch* den Nagel auf den Kopf: „Zweck jeder Erfindung, jedes Werkzeuges, jeder Maschine war die Erhöhung der Leistungsfähigkeit in Erfüllung einer Aufgabe. Dieses Ziel scheint nun — wenn wir der Entwickelungsgeschichte der Technik überhaupt trauen und aus ihr eine Lehre ziehen können — durch die Anwendung zweier Prinzipien auf dem kürzesten Wege erreicht worden; einmal durch das bereits berührte Prinzip, das in der *Beschränkung der Mannigfaltigkeit* der Aufgabe besteht, und zweitens durch die *Beschränkung der Bewegungswillkür*“ (S. 32 bis 33). Passend sind auch die Erläuterungen dieses Prinzips aus den Beispielen des Hammers (S. 33), der Zange (S. 36), der optischen Apparate (S. 37 bis 38), des Telephons (S. 39), — und einen trefflichen Schluss des Werkchens bilden die Worte des grossen *Helmholtz*: „Wir suchen nicht mehr Maschinen zu bauen, welche die tausend verschiedenen Dienstleistungen *eines* Menschen vollziehen, sondern verlangen im Gegenteil, dass eine Maschine *eine* Dienstleistung, aber an Stelle von tausend Menschen versieht.“

(Fortsetzung folgt.)

Ueber die Anpflanzung und Gewinnung des Indigos in Bengalen.

Der natürliche Indigo ist unter allen Farbstoffen, welche die Natur liefert, der bei weitem wertvollste. Die Einfuhr an natürlichem Indigo nach Deutschland allein belief sich im Jahre 1895 auf etwa 1800 t im Werte von etwa 21 Millionen Mark.

Im synthetischen Indigo, welcher seit kurzer Zeit von unseren grösseren Farbenfabriken auf den Markt geliefert wird, ist dem Naturprodukte ein gewaltiger Konkurrent erwachsen. Der Unterschied zwischen den Preisen des natürlichen und des künstlichen Indigos ist zur Zeit nicht erheblich. Es ist indessen anzunehmen, dass das Kunstprodukt durch Verbesserungen in der Fabrikation noch bedeutend billiger geliefert werden wird.

Die Produzenten des natürlichen Indigos in den verschiedenen überseeischen Ländern haben sich daher in jüngster Zeit genötigt gesehen, auch ihrerseits die Gewinnung des Indigos rationeller zu gestalten.

Chr. Rawson, der im vergangenen Jahre Gelegenheit hatte, eine grosse Zahl von Indigopflanzungen und Faktoreien in Behar (Bengalen) zu besichtigen, gibt neuerdings in dem *Journal of the Society of Dyers and Colourists* eine interessante Beschreibung der Gewinnung des Indigos, wie sie gegenwärtig in Bengalen ausgeübt wird.

Es unterliegt gar keinem Zweifel, dass die Indigoproduktion weiterer Verbesserungen bedarf, und dass sie auch unter Zuhilfenahme intelligenter Kräfte einer Verbesserung sehr wohl fähig ist. Wir gehen daher bei der Wichtigkeit des Gegenstandes hier etwas näher auf die *Rawson*'sche Arbeit ein.

Eine grosse Menge Pflanzen hat die Fähigkeit, Indigo hervorzubringen, indessen ist die Indigofera tinctoria die einzige Art, welche in Bengalen kultiviert wird. Vor dem Säen des Samens wird das Land einer ziemlich komplizierten, vorbereitenden Bearbeitung unterzogen. Im Oktober, bald nachdem die Fabrikationssaison oder „Mahai“ beendet ist, wird das Land mit Hilfe einer grossen Hacke umgehackt. Nach dem Hacken wird das Land gepflügt. Gewöhnlich werden ein halbes Dutzend, von Stieren gezogene Pflüge eng aneinander von einem Ende des Feldes zum anderen getrieben, während quer durch die so erzeugten Furchen in einem rechten Winkel ein anderes halbes Dutzend pflügt. Nach dem Pflügen wird ein 5 bis 8 Fuss langer Balken mit seiner flachen Seite quer über das Land gezogen. Dieses Werkzeug, das von 2 bis 4 Stieren gezogen wird, wird „Hanga“ genannt. Die flache Seite liegt am Boden, an jedem Ende steht ein Treiber und die „Hanga“ wird vor- und rückwärts über das Land gezogen. Dies hat den Zweck, die grossen Brocken zu zerbrechen, und das Land zu ebnen. Zuweilen wird auch eine schwere Walze gebraucht. Das Land wird dann wieder 3- oder 4mal gepflügt. Zuletzt werden die kleinen Erdbrocken durch Frauen und Kinder zerschlagen, welche sich dazu eines kurzen dicken Steckens bedienen. Ebenso sammeln und beseitigen dieselben allen lockeren Abfall, wie Gras, Unkraut und Stumpen der Ernte der vorhergehenden Saison. Der Samen wird in Rillen gesät, ungefähr Ende Februar oder anfangs März. Er keimt im Verlauf von 4 oder 5 Tagen, und Mitte Juni, wo die Verarbeitungssaison gewöhnlich beginnt, hat die Pflanze eine Höhe von 1 bis $1^1/_2$ m erreicht, und einen Stengel von ungefähr 0,6 cm Durchmesser. Die Indigoernte ist eine sehr unsichere; zu viel oder zu wenig Regen ist in gleicher Weise verderblich. Nach mehrwöchentlichem Wachstum beginnt die Pflanze zu blühen; wenn die Wurzel tiefer in den Boden eindringt und auf eine trockene Lage Erdreich kommt, dann dörrt und stirbt die Pflanze sehr schnell ab und der Pflanzer muss mit dem Säen nochmals beginnen. Ebenso bedingt ein im Februar oder März auf frisch gesätes Land oder auf eben das Erdreich durchbrechende Pflanzen fallender Regen ein erneutes Säen. In schlechten Jahreszeiten muss so dieses Säen oft 3- bis 4mal wiederholt werden. Das Blatt der Pflanze ist gelblichgrün und zeigt kein Merkmal von Erzeugung eines blauen Farbstoffes.

Rawson hat eine Anzahl Pflanzenmuster untersucht. Die folgende Tabelle 1 zeigt die hauptsächlichsten Resultate der Analyse von 12 lufttrockenen Mustern, umgerechnet auf die grüne Pflanze mit einem durchschnittlichen Wassergehalt von 75 %. Tabelle 2 zeigt die Zusammensetzung der Mineralbestandteile in 100 Teilen:

Tabelle 1.

Analyse der Indigopflanze (Indigofera tinctoria).

	Lufttrockene Pflanze		Grüne Pflanze	
	Blätter	Stengel	Blätter	Stengel
Wasser	10,42	9,75	75,00	75,00
Stickstoffhaltige Substanz	29,37	5,94	8,19	1,65
Oel in Aether löslich	3,85	1,05	1,07	0,29
Holzfaser	11,07	47,50	3,09	13,16
Kohlenhydrate und andere organische Substanzen	33,29	31,01	9,30	8,60
Mineralsubstanzen (Asche)	12,00	4,75	3,35	1,30
	100,00	100,00	100,00	100,00
In Wasser lösliche Substanz:				
organische	25,05	9,05	6,99	2,51
unorganische	7,55	2,65	2,11	0,73
stickstoffhaltige	4,64	0,94	1,293	0,260
Mineralsubstanz, enthaltend:				
Silicium	0,628	0,051	0,175	0,013
Phosphorsäure	0,916	0,344	0,255	0,095
Schwefelsäure	0,296	0,074	0,084	0,021
Kohlensäure u. s. w.	2,885	1,163	0,806	0,323
Chlorate	0,050	0,074	0,014	0,021
Eisen- und Aluminiumoxyd	0,086	0,020	0,024	0,006
Magnesiumoxyd	0,040	0,025	0,011	0,008
Kalk	3,591	1,275	1,002	0,353
Magnesium	1,298	0,164	0,362	0,045
Kaliumkarbonat	2,210	1,460	0,616	0,404

Tabelle 2.
Zusammensetzung der Asche in 100 Teilen.

	Blätter	Stengel
Silicium	5,23	1,10
Phosphorsäure	7,64	7,40
Schwefelsäure	2,46	1,58
Kohlensäure u. s. w.	24,05	25,03
Chlorate	0,41	1,58
Eisen- und Aluminiumoxyd	0,71	0,43
Magnesiumoxyd	0,33	0,53
Kalk	29,94	27,43
Magnesia	10,82	3,50
Pottasche	18,41	31,42
	100,00	100,00

Die verschiedenen Muster zeigten eine erhebliche Verschiedenheit in ihrer Zusammensetzung. Die Mineralsubstanz variierte im lufttrockenen Blatte von 8,4 % bis 14,4 %. Ein Muster enthielt 5,48 % Stickstoff, während ein anderes nur 3,75 % hatte. Wie sich aus der „Karbolsäuremethode" ergab, ist 4/5 des in den Blättern enthaltenen Gesamtstickstoffes in Form von Albuminoidsubstanzen vorhanden.

Ebenso verschieden ist das Verhältnis von Blatt und Stengel in der Indigopflanze. Das Hauptresultat von 20 Bestimmungen ergab in runden Zahlen 40 % Blätter und 60 % Stengel. Auf dieser Grundlage ergibt sich die Zusammensetzung der ganzen grünen Pflanze wie folgt:

Tabelle 3.
Zusammensetzung der gesamten grünen Pflanze.

	%
Wasser	75,00
Stickstoffhaltige Substanz	4,27
Oel u. s. w., löslich in Aether	0,60
Holzfaser	9,14
Kohlenhydrate und andere organische Bestandteile	8,87
Mineralsubstanz (Asche)	2,12
	100,00
In Wasser lösliche Substanz:	
organische	4,30
mineralische	1,28
stickstoffhaltige	0,673
Mineralsubstanz, enthaltend:	
Silicium	0,078
Phosphorsäure	0,159
Schwefelsäure	0,046
Kohlensäure u. s. w.	0,519
Chlorate	0,018
Eisen- und Aluminiumoxyd	0,013
Magnesiumoxyd	0,009
Kalk	0,615
Magnesia	0,172
Pottasche	0,491

Die Menge des Ertrages eines mit der Indigopflanze bebauten Ackers Land ist ausserordentlich verschieden. Eine günstige Durchschnittsernte kann zu 50 bis 60 Zentner per Acker angenommen werden. Die geringere Berechnung angenommen, entzieht eine Ernte der Indigopflanze einem Acker Land 118 Pfund mineralische Bestandteile. Von diesen sind 9 Pfund Phosphorsäure und 27½ Pfund Pottasche. Auch enthält die auf einem Acker Land wachsende Pflanze 37,7 Pfund Stickstoff, aber da der Indigo eine Leguminose ist, kann man annehmen, dass ein Teil dieses Stickstoffes wahrscheinlich der atmosphärischen Luft entnommen worden ist. Mit ganz geringen Ausnahmen ist der einzige verwandte Dünger zur Kultur der Indigopflanze eben diese Pflanze selbst, nachdem die färbenden Bestandteile ausgezogen worden sind.

Die Pflanze ist ein wertvolles Düngemittel. Sie enthält alle für das Gedeihen einer neuen Ernte notwendigen Bestandteile. Die lufttrockene, vom Indigo befreite, „Seet" genannte Pflanze enthält einen höheren Prozentsatz Stickstoff als die lufttrockene Originalpflanze, und die Asche enthält mehr Phosphorsäure, obgleich eher weniger Pottasche als die Asche der Originalpflanze.

Rawson hat ungefähr 40 Muster Erde von Behar untersucht. Alle enthalten einen Ueberfluss von Pottasche und eine beträchtliche Menge Phosphorsäure. Die Mehrzahl der untersuchten Erdmuster aber enthielt nur eine geringe Menge Stickstoff. Dies ist ziemlich bemerkenswert in Anbetracht des grossen Prozentgehaltes der Pflanze an Stickstoff, beweist aber, wie bereits erwähnt, dass ein Teil dieses Elementes ohne Zweifel der atmosphärischen Luft entnommen wird.

Dr. *Voelcker* hat in seinem Bericht über *Indian Agriculture* 1893 und Dr. *Leather* in der *Agricultural Ledger* 1898 auf den geringen Prozentgehalt an Stickstoff, wie er allgemein in den indischen Erden gefunden wird, aufmerksam gemacht.

Die folgende Tabelle 4 enthält die Resultate der Analysen von 4 Proben der Erde von Behar, auf der die Indigopflanze gebaut wird.

Tabelle 4.
Zusammensetzung von bengalischem Indigoerdreich.

In 100 Teilen trockener Erde	Champarundistrikt		Tirhootdistrikt	
	Leicht sandig	Schwer sandig	A	B
Organische Substanz und Wasser	1,40	1,95	2,60	2,55
Sand u. unlösliche Silikate	53,85	87,55	87,90	88,85
Phosphorsäure (P_2O_5)	0,17	0,13	0,10	0,12
Schwefelsäure (SO_3)	0,05	0,04	0,03	0,02
Kohlensäure u. s. w.	17,37	1,06	0,67	1,01
Eisenoxyd	2,25	3,90	2,60	2,90
Aluminium	3,75	4,20	3,35	3,65
Kalk	20,60	0,42	1,05	0,40
Magnesia	0,22	0,45	1,30	0,16
Pottasche	0,34	0,30	0,40	0,34
	100,00	100,00	100,00	100,00
Enthaltend Stickstoff	0,065	0,055	0,080	0,065
Entsprechend Ammoniak	0,078	0,066	0,097	0,078

Eine grosse Anzahl der untersuchten Erden enthielt ungefähr 20 % Kalk, während bei einer Anzahl anderer (schwere Thonerde) in der Analyse sich ein Gehalt ergab von nur 0,5 bis 1 %.

Gewinnung.

Die Gewinnung des Indigos wird in Behar fast ausschliesslich unter der Leitung von Europäern ausgeführt. Die Arbeitssaison beginnt gewöhnlich ungefähr Mitte Juni, aber auch 14 Tage früher oder später. Bald nach dem Schneiden treibt die Pflanze frische Blätter und nach 2 oder 3 Monaten erhält man eine zweite Ernte. Die erste und Haupternte wird die „Morhan-Ernte" genannt und die zweite „Khoontie", und dementsprechend spricht man von der Arbeitssaison als der „Morhan-Mahai" und der „Khoontie-Mahai". Manchmal liegt zwischen den beiden Saisons nur 1 Woche oder 14 Tage, mitunter kann auch ohne Unterbrechung geerntet werden. Die Pflanze wird früh am Morgen geschnitten, oft schon vor Tagesanbruch, und in von 2 Ochsen gezogenen zweiräderigen Karren nach den Faktoreien gebracht. Die Arbeit an einem Indigounternehmen wird gewöhnlich unter eine Anzahl Faktoreien verteilt, und zwar unter 2 bis 10 oder 12, je nach der Grösse des Unternehmens. Jede Faktorei verarbeitet die in einem Kreise von 4 oder 5 Meilen wachsenden Pflanzen. In einer mittelgrossen Faktorei werden täglich einige Hundert Karrenladungen voll Pflanzen während der Campagne verarbeitet. Die Scene, welche sich morgens rund um die Einweichkufen mit den langen Linien der schwer beladenen Ochsenkarren, welche von den verschiedenen Punkten aus langsam ihren Weg den Faktoreien zu nehmen, abspielt, ist eine sehr interessante und macht einen ausserordentlich geschäftigen Eindruck.

Eine kleine Indigofaktorei enthält 6 Einweichkufen und 2 Kufen zum nachherigen Schlagen der aus den ersteren abgelassenen Flüssigkeit. Jene sind höher gestellt als die letzteren. Jede Einweichkufe hat einen Rauminhalt von etwas über 280 hl. Die Dimensionen sind 5,5 m zu 4,8 m bei 1 m Tiefe. Die Tiefe wurde gemessen bis zu den Kreuzbalken und nicht bis zum Grunde des Tanks. Jede Reihe der Schlagkufen erstreckt sich in der ganzen Länge der

6 Einweichkufen und jede hat eine Weite von 3,98 m; ein 3 Fuss hoher Wall geht bis zur Mitte des Schlagbades, aber an jedem Ende ist ein Zwischenraum gelassen, so dass, sobald die Mühle in Bewegung gesetzt wird, eine freie Zirkulation der Flüssigkeit möglich ist. Die Schlagmühle besteht aus einem Stamm, der mit 3 Reihen Sprossen besetzt ist. Diese Sprossen, deren 6 in jeder Reihe sind, sind an den Enden mit Blättern ausgerüstet, welche bei den Umdrehungen die Flüssigkeit aufwühlen und so eine beständige Zirkulation bedingen. In einigen Fällen sind die Einweichkufen in 3 Abteilungen geteilt, und die Mühle ist in der mittleren Abteilung angebracht. Die Kufen sind aus Mauerwerk mit Portlandcement gebaut. Gewöhnlich sind dieselben offen, zuweilen auch bedeckt. Das Arrangement der Bäder ist in den verschiedenen Faktoreien ein wechselndes. Manchmal kommt auf mehr als 8 Einweichkufen nur 1 Schlagkufe. Die Einweichkufen sind häufig an jeder Seite von 2 oder 3 Reihen Schlagkufen aufgestellt, während wieder in anderen Fällen die Einweichkufen in langen Reihen mit den etwas niederer stehenden Schlagkufen Seite an Seite arrangiert sind.

Früher waren die Einweichkufen viel grösser als jetzt, indem sie eine Kapazität von ungefähr 560 hl hatten, und zu jeder solchen gehörte eine korrespondierende Schlagkufe. Die Flüssigkeit wurde an Stelle der Mühle mit der Hand mit Stöcken geschlagen und jedes Bad war besetzt mit 12 mit Stecken versehenen Kulis. In Madras und den nordwestlichen Provinzen wird heute hauptsächlich noch nach dieser Methode gearbeitet und einige Faktoreien in Behar haben auch noch einige wenige Bäder mit Handbetrieb. Ausser den Kufen erfordert eine Indigofaktorei noch an Betriebsmaterial einen Dampfkessel und eine Dampfmaschine, Pumpen, Kochpfannen, Filtertische, Pressen, Trockenhaus und verschiedene Werkschuppen. An höherem Platze als die Einweichkufen befindet sich ein grosser Wasserbehälter oder „Kajana“. Zuweilen ist er aus Eisen, aber gewöhnlich aus Mauerwerk mit Portlandcement wie die Kufen. Das Wasser wird in die „Kajana“ von dem benachbarten Fluss oder See hineingepumpt und von ihm aus werden die Einweichkufen gefüllt.

Das Füllen der Kufen und das Einweichen.

Vor allem werden die Kufen jeden Tag aufs sorgfältigste durch und durch gereinigt. Eine Anzahl Kulis steigen in die Kufe hinein und schrubben jeden Teil gut unter Benutzung einer genügenden Menge Wasser. Die Pflanze wird dann dicht in die Kufe mehr oder weniger aufrecht hineingesteckt, so dass die sich entwickelnden Gase freier entweichen und die Flüssigkeit nach dem Einweichen vollständiger abfliessen kann.

Die Menge der grünen Pflanze, welche in eine Kufe von 280 hl Inhalt eingelegt wird, wechselt von 5000 bis 7500 kg. Nach dem Füllen werden eine Anzahl Baumstämme quer über die Kufe gelegt. Man lässt nun soviel Wasser in die Kufe laufen, bis es bis auf einige Centimeter an die Bäume hinanreicht. Wenn man die Kufen ganz füllte, so würde die Flüssigkeit bald überlaufen, da die Pflanze eine beträchtliche Ausdehnung während des Einweichprozesses erfährt.

Die zum Ausziehen der farberzeugenden Bestandteile nötige Zeit variiert zwischen 9 und 14 Stunden, je nach der Temperatur und anderen klimatischen Bedingungen. 10 bis 11 Stunden kann als günstige Durchschnittszeit angenommen werden. Die Temperatur des Wassers im Juni, Juli und einem Teile des August beträgt gewöhnlich zwischen 31 und 35° C., während im September dieselbe auf 27° C. heruntergeht, und somit ein längeres Einweichen nötig ist.

Die Indigopflanze netzt sich nicht leicht mit Wasser und vor 1 oder 2 Stunden tritt keine Reaktion ein. Wie *Bridges-Lee* herausfand, sind die Blätter der Pflanze mit unzähligen kleinen Härchen besetzt, welche zweifellos die Hauptursache der schweren Netzbarkeit mit Wasser sind. Wenn das Wasser in innigen Kontakt mit dem Blatte kommt, wird der Farbstoff auch schon ausgezogen. Er ist sehr löslich in Wasser. Nach 2 oder 3 Stunden steigt die Flüssigkeit in den Kufen, Luftblasen werden frei und die Oberfläche bedeckt sich mit einem dicken Schaum. Kohlensäure entwickelt sich in grossen Mengen und im letzten Stadium entweder Sumpfgas oder Wasserstoffgas oder auch eine Mischung der beiden. Wenn man am Ende der Einweichoperation ein Licht der Oberfläche der Kufe nähert, erhält man eine blaue Flamme, welche sich einige Meter weit ausdehnt. Der Kufeninhalt hat ganz das Aussehen, in heftiger Fermentation sich zu befinden. Nach einer gewissen Zeit setzt sich die Flüssigkeit ab, und dies ist das Hauptmerkmal für den Oberaufseher oder den Betriebsleiter, dass die Pflanze genügend lange eingeweicht ist. Der Abflusshahn wird nun geöffnet und die Flüssigkeit rinnt in die Schlagkufe. In vielen Fällen bedient man sich eines grossen hölzernen Zapfens an Stelle eines Hahnes.

Wenn die Lösung abgelaufen ist, wird die Pflanze mit einer gleichen Menge Wasser eingeweicht. Das Blatt, welches vor dem Einweichen eine gelbliche Farbe hatte, ist nun bläulichgrün und *scheint* nun erheblich mehr Indigo zu enthalten, als die ursprüngliche Pflanze. Trotzdem hat es sich in der Praxis ergeben, dass ein nochmaliges Einlegen unvorteilhaft ist. Während die Flüssigkeit von der Pflanze abtropft, scheint es, dass der farbgebende Stoff, welchen die Flüssigkeit von den Blättern und Zweigen löst, schnell zersetzt und zerstört wird. Eine geringe Menge Indigoblau bildet sich, aber dieses setzt sich in unlöslichem Zustande auf den Blättern ab und wird deshalb auch bei einem nochmaligen Einweichen nicht ausgezogen. Wenn das Wasser abgelaufen ist, erhöht sich die Temperatur der Pflanze rapid.

Die ausgezogene Pflanze oder „Seet“ wird herausgenommen und allmählich als Dünger für das Land genommen, während die Kufen für die nachfolgende Einweichung hergerichtet werden.

Das Schlagen.

Die Flüssigkeit, welche vom Einweichreservoir in das Schlagreservoir fliesst, variiert in der Farbe von hellorange bis olivgrün und besitzt eine eigentümliche Fluorescenz. Wenn genügend lang eingeweicht war, ist die Flüssigkeit, wenn sie ausläuft, zuerst orange, aber bald geht sie in gelb über und zuletzt in oliv. Wenn alle Reservoirs entleert sind, wird die Schlagmühle in Bewegung gesetzt und zwar zuerst langsam und nur nach und nach zur höchsten Schnelligkeit. Unter normalen Umständen erfordert die Operation des „Schlagens“ bis zur Beendigung 2 bis 3 Stunden; aber zuweilen genügen auch schon 1 bis 1½ Stunden. Ein beträchtlicher Schaum bildet sich, hauptsächlich wenn die Pflanze übermässig lang eingeweicht worden ist. In solchen Fällen steht häufig der Schaum 2 bis 3 Fuss hoch an der Oberfläche der Flüssigkeit. Der Schaum wird soviel als möglich durch Kulis niedergehalten, welche durch die Flüssigkeit durchlaufen mit einem Tuche, das quer über die Kufe gespannt ist und so den Schaum unter die Schlagmühle bringen, wo der meiste davon gebrochen wird. Wenn der Schaum nahezu verschwunden ist, wird er, wenn er zuerst bläulich war, zunächst weiss und verschwindet dann ganz. Inzwischen durchläuft die Flüssigkeit die verschiedenen Farben von grün bis dunkelindigoblau. Um nun festzustellen, wenn das „Schlagen“ beendet ist, nimmt der „Mal mistri“ etwas von der Flüssigkeit auf und leert sie auf eine weisse Platte. Wenn sich der Niederschlag oder „Fecula“ schnell setzt und eine klare Flüssigkeit zurücklässt, dann ist das Schlagen als genügend zu betrachten und die Mühle wird angehalten. Zuweilen gibt man ein wenig Kalk mit auf die Platte. Eine bessere Methode ist die, ein Stück Filterpapier mit der Flüssigkeit zu sättigen und es dann über Ammoniakdämpfe zu halten. Wenn sich die geringste blaue Farbe entwickelt, so ist das ein Beweis, dass das Schlagen noch nicht beendet werden darf. An Stelle der Schlagmühle wurden schon verschiedene andere Kunstgriffe zur Oxydation der Flüssigkeit angewandt; sie wurden indessen nicht allgemein angenommen. Die am meisten versprechende veränderte Methode scheint die zu sein, mittels eines Dampfgebläses Luft durch die Flüssigkeit zu blasen.

Nach dem Schlagen lässt man die Indigofecula absitzen, wozu gewöhnlich 2 oder 3 Stunden notwendig sind. Die überstehende Flüssigkeit, „seet water“, wird dann entweder mittels eines Hebers abgelassen oder durch Ent-

fernen einer Serie von Holzzapfen, welche unten auf der Seite der Kufe angebracht sind.

Der Boden der Kufe ist nach einer Ecke zu geneigt, wo der niedergeschlagene Indigo oder „Mal“ gesammelt und durch 1 oder 2 Filter passiert wird; von dort fliesst er zu einer Pumpe, von welcher er zu einem grossen rechteckigen eisernen Reservoir, gewöhnlich mit Hilfe eines Dampfinjektors, emporgehoben wird. Der „Mal“ wird noch zweimal auf seinem Wege von der Pumpe zum Reservoir durchgeseiht. Besondere Vorsicht wird angewendet, damit der Indigo rein bleibt und frei von Zweigteilen und Schmutz erhalten wird.

Kochen und Filtrieren.

Die Flüssigkeit, welche bis zu ungefähr 0,5 % Indigo suspendiert enthält, hat beim Heben durch den Dampfinjektor gewöhnlich eine Temperatur von 60 bis 66° C. angenommen. Sie wird nun nicht immer thatsächlich gekocht, sondern häufig auch nur auf Temperaturen von 88 bis 100° C. erwärmt, gegenwärtig gewöhnlich durch Dampf, aber zuweilen auch durch direktes Feuer oder durch direktes Feuer und Dampf zusammen. Teilweise wird der Dampf abgestellt, wenn die Flüssigkeit kocht, teilweise wird 1/4 oder 1/2 Stunde lang fortgekocht. Ein dreifacher Zweck wird mit dem Kochen des „Mal“ verfolgt: 1. wird dadurch die Fäulnis verhindert, welche in einem feuchtwarmen Klima, wie es Indien gerade während der Campagne hat, rapid Platz greift, und welche einen grossen Verlust an Ausbeute bedingen würde; 2. wird ein Teil des braunen Farbstoffes, welcher mit der Indigofecula ausgefällt wurde, gelöst, und somit die Qualität feiner und es bedingt das Kochen ein besseres Absetzen der Indigopartikelchen, so dass man die überstehende Flüssigkeit ohne Verlust weglaufen lassen kann.

In gewissen Faktoreien wird nach dem Abfliessen der überstehenden Flüssigkeit frisches Wasser zugelassen und das Ganze ein zweites Mal aufgekocht. Nach dem Kochen lässt man den Indigo absitzen, die überstehende Flüssigkeit wird so weit als irgend möglich abgelassen und dann fliesst die heisse konzentrierte „Mal“ durch Filtertrichter zu einem grossen Filter, bekannt als „Tafel-“ oder „Tröpfelreservoir“. Jeder Filtertisch ist 5,5 m lang und 2 m breit. Die Tische bestehen aus schmalen parallelen Latten, welche eng aneinander gereiht an einem starken Holzrahmen befestigt sind, dessen Seiten 0,5 m breit und nach aussen zu abwärts geneigt sind. Der Filtertisch, der in einem seichten Cementtrog steht, ist mit einem eigens für diesen Zweck gemachten Stück Tuch überspannt.

Zuerst geht die Flüssigkeit blau durch und wird so lange auf das Tuch zurückgepumpt, bis sie vollständig klar abläuft. Gewöhnlich hat sie eine sherryähnliche Farbe. Das Meiste der Flüssigkeit geht durch das Filtertuch hindurch, aber eine nicht unbeträchtliche Menge wird auch dadurch entfernt, dass man ganz sorgfältig eine Ecke des Filtertuches hinablässt, wenn der Niederschlag sich zu einem mehr oder minder festen Brei niedergesetzt hat. Dieser Brei wird dann gegen ein Ende des Filters hinuntergeschabt und das Tuch zusammengefaltet. Nachdem man nun noch 1 oder 2 Stunden die Flüssigkeit weiterhin ablaufen lässt, ist die weiche Masse, welche in diesem Zustande 8 bis 12 % Indigotin enthält, fertig zum Pressen.

Das Pressen und Schneiden.

Die Presse besteht aus einem rechteckigen, sehr starken Kasten, dessen Rahmenwerk an allen Seiten zahlreiche Löcher hat. Jede Faktorei hat eine nötige Anzahl Pressen in Thätigkeit. Der Kasten ist gut ausgelegt mit zwei Lagen eines starken, enggewobenen Tuches und steht unter einem Paar kräftiger Schrauben, welche mit langen Hebeln angezogen werden können. Das Tuch wird angefeuchtet und die Paste vom Filtriertische in die Kasten eingefüllt bis zu einer Tiefe von 25 bis 30 cm, je nach der Konsistenz derselben; die Menge wird so bemessen, dass ein Presskuchen in der Dicke von 7,5 bis 8,5 cm erhalten wird. Die Schrauben werden ganz langsam angezogen und zwar immer in Zwischenräumen von einigen Stunden.

Wenn nicht mit grosser Vorsicht vorgegangen wird, dann reisst das Tuch und ein Verlust an Indigo ist unvermeidlich. Wenn keine Flüssigkeit mehr abfliesst, wird der Druck langsam und gleichmässig aufgehoben. Der Presskuchen, der nun noch etwa 70 % Wasser enthält, wird auf einen Rahmen gebracht und mittels eines Messingdrahtes in Würfel von 7,5 zu 8,5 cm geschnitten. Jeder Würfel wird mit der Fabrikmarke gestempelt und mit Angabe des Tages, wann gekocht worden ist, versehen, und dann zum Trockenhaus gebracht.

Das Trocknen.

Das Trockenhaus ist ein luftiges, gut ventiliertes Gebäude, welches eine Anzahl Schäfte enthält aus leichtem Bambus- oder Drahtgeflecht. Die Würfel werden in einem Abstand von 1,5 cm auf diese Schäfte gelegt und zum Trocknen 2 oder 3 Monate liegen gelassen. Das Trocknen geht sehr langsam von statten, da um diese Jahreszeit die Luftfeuchtigkeit sehr gross ist. Starke Durchzüge sind nicht statthaft, da sonst die Kuchen rissig werden und der Wert solcher Indigokuchen auf dem Markte in Calcutta infolgedessen fällt. Gewöhnlich werden einige Würfel brüchig, aber man wendet die allergrösste Vorsicht an, um die Würfel ganz zu erhalten. Während des Trocknens entwickelt sich eine beträchtliche Menge Ammoniak, und die Würfel bedecken sich mit einer dicken Schwammschicht. Verschiedene Experimente haben ergeben, dass die Ammoniak- und Schwammbildung nicht auf Kosten des Farbstoffes vor sich geht, sondern auf Kosten des löslichen Extraktivstoffes, welcher nach dem Pressen noch in dem Kuchen zurückbleibt. Wenn die Würfel trocken sind, werden sie abgebürstet und in Kisten verpackt, welche gewöhnlich aus gut abgelagertem Mangoholz verfertigt sind.

Wasserverbrauch bei der Indigogewinnung.

Zur Gewinnung des Indigos muss gutes Wasser im Ueberfluss vorhanden sein. Jedes Pfund erfordert 1500 bis 2000 l, und von der Qualität des Wassers hängt ein erfolgreiches Gelingen der verschiedenen Operationen ab. Die Hauptquellen für den Wasservorrat sind das Fluss-, See- und Regenwasser. Die Flüsse in Behar fliessen gewöhnlich von Nepal im Norden in südöstlicher Richtung und münden in den Ganges. Der grösste Fluss ist der Gundack im Westen. Regenwasser wird entweder in grossen Reservoirs, welche in den Boden hineingebaut sind oder in natürlichen Bodensenkungen, welche „Chowrs“ bilden, gesammelt.

Der Boden in Behar ist meist kalkhaltig und daher kommt es häufig, dass das Regenwasser in diesen Reservoirs und Chowrs soviel Mineralbestandteile enthält, wie der benachbarte Fluss. Das Seewasser variiert aber sehr in seinen Bestandteilen, je nach der Menge und Häufigkeit des Regenfalles. In Zeiten der Trockenheit enthält das Seewasser oft eine grosse Menge organischer Substanz in Lösung und suspendiert; ein solches Wasser gibt nach allgemeiner Erfahrung schlechte Resultate bei der Indigogewinnung, sowohl in Beziehung auf die Qualität als auch auf Quantität. Es mag noch angeführt werden, dass, wenn man den Durchschnitt von ungefähr 70 Proben nimmt, das in Behar zur Indigogewinnung gebrauchte Wasser ungefähr 0,02 % feste Substanz enthält, im einzelnen von 0,005 bis 0,05 % betragend.

Die Härte des Wassers, welche beinahe ohne Ausnahme durch Calcium- und Magnesiumkarbonat bedingt ist, beträgt im Durchschnitt 6°, mit einem Maximalgehalt von 14° und einem Minimalgehalt von 2°. Die Mehrzahl der untersuchten Wasserproben ergaben nur einen Gehalt, der schwankte zwischen 4 und 8° Härte. Die grösste Menge des Wassers enthält auch neben Calcium- und Magnesiumkarbonat noch geringe Quantitäten Natriumkarbonat. Chlornatrium findet sich nur bis zu einem Maximalgehalt von 0,0065 ‰. Mit wenig Ausnahmen war das untersuchte Wasser frei von Nitraten. In Rücksicht auf die heftigen Regen und die Schneeschmelzen im Himalaya ist die Zusammensetzung des Wassers in Behar von Zeit zu Zeit eine ausserordentlich verschiedene.

Alle Pflanzer stimmen darin überein, dass frisches Regenwasser, abgesehen von allem anderen, das beste für die Indigogewinnung ist, und dass mehr oder weniger lange stagnierendes Wasser, welches ungezählte Mengen lebender

Organismen, sowohl pflanzliche als thierische, enthält, entschieden nachteilig und schädlich auf die Gewinnung eines guten Indigo einwirkt.

Das farbstoffgebende Prinzip und die beim Einweichen erhaltene Lösung.

Trotz der langen Zeit, welche der Untersuchung dieses Gegenstandes gewidmet worden ist, weiss man doch noch nicht definitiv, in welchem Zustand der chemischen Zusammensetzung das Farbprinzip in den Blättern der Pflanze enthalten ist, noch präzis anzugeben, welches die Veränderungen sind, welche während der Umwandelung in Indigoblau Platz greifen. Es wurde früher angenommen, dass das Indigoblau in der Pflanze fertig gebildet existiert, und später, dass es in Form von reduziertem Indigo oder Indigoweiss enthalten ist. Vor vielen Jahren nun hat Dr. *Schunk* in seinen klassischen Untersuchungen über „Die Bildung von Indigoblau" nachgewiesen, dass beide Ansichten inkorrekt sind. Er fand, dass die Blätter von gewissen Indigo liefernden Pflanzen, wie Isatis tinctoria und Polygonum tinctorium, eine gewisse eigentümliche Substanz enthalten, welche er Indican nannte. Wenn man die Blätter der Indigopflanze in kochenden Alkohol einlegt, so wird das Indican gänzlich ausgezogen und die Blätter zeigen eine gelblichgraue Farbe. Wenn man die Lebensfähigkeit des frischen Blattes teilweise zerstört, indem man es punktiert oder gefrieren lässt oder mit Säure oder kaltem Weingeist behandelt, und es dann in heissen Alkohol einlegt, so werden die Teile, die so behandelt waren, blau, während die anderen grau oder farblos werden. Das Indican, welches zur Klasse der sogen. Glukoside gehört, kann gespalten werden in Indigoblau und eine Zuckerart.

Es wurde nun kürzlich gezeigt, dass diese Umsetzung nicht direkt eintritt, und dass das Indican nicht selbst das Indigoblaumolekül als solches enthält. Es ist sehr wahrscheinlich, dass der Farbstoff in derselben Form auch in den Blättern der Indigofera tinctoria, wie in den anderen Indigo liefernden Pflanzen enthalten ist, aber, wie schon gesagt, ist der definitive Beweis dafür noch nicht erbracht. Die gewöhnliche Theorie des Einweichprozesses ist die, dass durch Fermentation das Glukosid Indican zerlegt wird in Indigoblau und eine gewisse Art Zucker, und dass das Indigoblau durch weitere Fermentation zu Indigoweiss reduziert wird, welches in Lösung bleibt, bis es nachträglich durch Oxydation im Schlagbade als Indigoblau wieder ausgefällt wird. Diese einfache Theorie des Prozesses wird aber durch die Thatsachen nicht bestätigt. Wenn die aus den Einweichbädern abfliessende Flüssigkeit Indigoweiss in Lösung enthalten würde, so würde es in viel kürzerer Zeit zu Indigoblau oxydiert werden, als dies wirklich der Fall ist.

Schunk und *Römer* (*Berichte der deutschen chemischen Gesellschaft*, 1879 S. 2311) haben gezeigt, dass, wenn Indican durch Salzsäure bei Abwesenheit von oxydierenden Agentien zerlegt wird, eine Substanz erhalten wird, welche sich nicht in Indigotin überführen lässt; und weiterhin, dass Indigotin gebildet wird aus Indican bei der Einwirkung von Salzsäure bei Gegenwart von oxydierenden Agentien, und dass diese Bedingungen — die Gegenwart eines zersetzenden neben einem oxydierenden Agens zu gleicher Zeit — nötig sind zur Erzeugung von Indigotin.

Von den Untersuchungen dieser Forscher ausgehend, haben *Marchlewski* und *Radcliffe* (*Journ. Soc. Chem. Ind.*, Mai 1898) die Theorie aufgestellt, dass Indoxyl die Muttersubstanz des Indigotins sei, und dass das Glukosid Indican bei der Zersetzung Glukose und Indoxyl bilde. Dr. *Ranking* bestätigt ebenfalls in einem Berichte, welcher der *Asiatic Society of Bengal* im Jahre 1896 vorgelegt wurde, dass die Flüssigkeit nach dem Einweichen wahrscheinlich Indoxyl enthält und nicht Indigoweiss, wie man früher annahm.

Rawson's Beobachtungen und Experimente unterstützen diese Ansicht. Indoxyl (C_8H_7NO) ist eine Verbindung, die auch, wie Indigoweiss, unter der Einwirkung von Oxydationsmitteln in Indigoblau übergeführt werden kann, aber es bedarf hierzu der doppelten Menge Sauerstoff als Indigoweiss.

Grosse Meinungsdifferenzen herrschen darüber, ob die Fermentation nötig ist zur Erzeugung von Indigoblau oder ob die Fermentation nur eine Folge des Einweichprozesses ist. Es ist möglich, Indigoblau unter solchen Bedingungen aus der Pflanze herzustellen, dass Bakterien nicht existieren können, und dies möchte den Anschein erwecken, dass eine Fermentation nicht notwendig ist. Andererseits versichert *Alvarez*, den Mikroorganismus entdeckt zu haben, der die Indigofermentation hervorbringt. Er züchtete den Mikrobus (genannt Bacillus indigogenus) und fand, dass derselbe in einem sterilisierten Blätterextrakt die Indigofermentation einleitete, welches dagegen unverändert blieb, wenn es ohne Einimpfung frei der Luft ausgesetzt wurde. *Bréandot* (*Comptes rendus*, 1898 S. 769) schreibt die Bildung des Indigo einer „diastatischen" Fermentation zu und nicht dem Wachstum eines Mikroorganismus.

Rawson neigt der Ansicht zu, dass dies die richtige Meinung ist, obgleich die vom Einweichreservoir abfliessende Flüssigkeit eine Unzahl Mikroorganismen von der gleichen Form enthält, die von *Alvarez* beschrieben wurde.

Van Lookeren Campagne (*Chem. Zeit.*, 1899 S. 16) endlich glaubt, dass die Zersetzung oder Umwandlung von Indican im Inneren des Blattes unter der Einwirkung der Bakterien vor sich geht, und Indigoweiss in die Flüssigkeit diffundiert.

Die durch Einweichen der Pflanze erhaltene Flüssigkeit enthält eine grosse Menge von organischen und anorganischen Substanzen in Lösung, unter welchen die wichtigste, der Indigo bildende Grundstoff, nur in ganz geringen Mengen vorhanden ist. Viele Substanzen, welche bei Anwendung gewisser Indikatoren eine saure Reaktion zeigen, geben mit anderen eine alkalische. Dies ist mit dem Extrakt der Indigoblätter der Fall. *Rawson* fand eine frische Abkochung der Pflanze neutral gegen rotes und blaues Lackmuspapier. Es war ausgesprochen alkalisch gegen Methylorange und sauer gegen Phenolphtaleïn. Die Flüssigkeit enthält eine grosse Menge Kalk, Magnesia und Pottasche, hauptsächlich in Verbindung mit Kohlensäure und organischen Säuren. *Rawson* hat eine Anzahl Proben der Flüssigkeit analysiert und fand einen Durchschnittsgehalt der Flüssigkeit an fester Trockensubstanz von 0,55 %. (Das Maximum war 0,79 %, das Minimum 0,35 %.) Nahezu die Hälfte des gesamten festen Rückstandes besteht aus Mineralsubstanz, dabei Kalkbikarbonate, Magnesia und Pottasche vorherrschend. Die Hauptmasse dieser Substanzen und natürlich der ganze Gehalt an Farbstoff entstammt den Blättern. Die feinen Zweige liefern nur Spuren Farbstoff. Um den relativen Gehalt der Zweige und Blätter an diesen Substanzen zu zeigen, wurden je 100 g derselben mit der 10fachen Menge Wasser eingeweicht. Die Pflanze enthält 38 % Blätter, und die Resultate sind auch auf die ganze Pflanze umgerechnet worden.

Tabelle 5.
Gibt die Resultate, welche man erhält, wenn man Blätter und Stiele getrennt einweicht.

	Blätter		Stiele		Ganze Pflanzen	
	% in der Flüssigkeit	% auf Blätter ausgerechnet	% in der Flüssigkeit	% auf Stiele ausgerechnet	% in der Flüssigkeit	% auf die ganze Pflanze ausgerechnet
Gesamte feste Substanzen	1,014	10,14	0,185	1,85	0,50	5,00
Mineralsubstanz	0,263	2,63	0,043	0,43	0,126	1,26
Alkalische Bestandteile als $CaCO_3$ ausgedrückt	0,260	2,60	0,080	0,80	0,148	1,48
Indigotin	0,052	0,52	Spuren	—	0,020	0,200
Indigotin als 60%iger Indigo ausgedrückt	0,086	0,86	—	—	0,033	0,333

Es muss beachtet werden, dass Indigotin nur 1/25 der Gesamtmasse der aus der Pflanze ausgezogenen Stoffe beträgt. Der Betrag entspricht 85 g 60 %igem Indigo für je 100 engl. Pfund der Pflanze. Bei einzelnen anderen Versuchen fand *Rawson* den Gehalt der Blätter an Indigotin zu 0,3 bis 0,6 %. Der Durchschnittsgehalt an Indigo beträgt für 100 Pfund Pflanzen ungefähr 114 g; aber diese

Zahlen sind sehr verschieden in den einzelnen Faktoreien und auch in denselben Faktoreien zu verschiedenen Zeiten. In vielen Fällen werden diese Abweichungen offenbar durch den verschiedenen Gehalt der Blätter und Zweige der Pflanzen bedingt, und es wird vorkommen, dass es für günstig gehalten wird, die Blätter allein einzuweichen. Ein Prozess, in welchem diese Idee ausgeführt war, ist vor vielen Jahren *Olpherts* patentiert worden, indessen hat die Methode keinen Eingang in die Praxis gefunden.

Wenn man Alkalien, wie Kalk, Soda oder Ammoniak, der vom Einweichbad kommenden Flüssigkeit zusetzt, wird die Kohlensäure, die in grossen Mengen vorhanden ist, neutralisiert und Calcium- und Magnesiumkarbonat fällt aus. Zur selben Zeit scheint der Charakter des Indigo liefernden Körpers eine Veränderung durchzumachen, indem er nun gänzlich zu Indigoblau oxydiert wird; denn thatsächlich hat die Lösung ganz das Ansehen einer schwachen Indigoküpe, welche Indigoweiss oder reduzierten Indigo enthält. Das Hinzufügen von Alkalien hat die Grundlage einiger Patente gebildet. Der Mangel des Erfolges hingegen war bedingt durch die Thatsache, dass der so erhaltene Indigo notwendigerweise mit dem niedergeschlagenen Kalk- und Magnesiumkarbonat verunreinigt wurde. Um nun dieser Schwierigkeit zu begegnen, führte *B. Coventry* sein System des Gebrauches eines Zwischenbades ein, welches die niedergeschlagenen Substanzen zurückhält. Wenn die in Behandlung zu nehmende Flüssigkeit ganz klar ist, so besteht der Niederschlag, der beim Zufügen eines Alkalis erhalten wird, beinahe vollständig aus Mineralsubstanz; wenn indessen organische Substanz in der Flüssigkeit suspendiert ist, so wird ein beträchtlicher Teil derselben mit ausgefällt. Der durch den *Coventry*'schen Prozess erhaltene Indigo ist von einer sehr guten Qualität und enthält gewöhnlich einen viel grösseren Prozentsatz Indigorot als der auf gewöhnlichem Wege erhaltene Indigo. Die Bildung von Indigorot geschieht immer, wenn ein geringer Prozentsatz Alkali im Ueberschuss zu der vom Einweichbad kommenden Flüssigkeit zugesetzt wird. Diese Eigentümlichkeit wurde von *Schunk* schon im Jahre 1855 entdeckt.

Die Menge der Indigorotbildung scheint von dem überschüssigen Gehalt an Alkali und der Länge der Zeit, die zwischen dem Zugeben und dem Schlagen der Flüssigkeit vergeht, abhängig zu sein. Die Bildung von Indigorot unter diesen Umständen ist ein sehr scharfer Beweis dafür, dass die vom Einweichen der Pflanze erhaltene Flüssigkeit nicht aus einer Lösung von Indigoweiss besteht, denn Indigoweiss wird unter der Einwirkung von Alkalien weder in Indirubin noch in Indigorot übergeführt. Indigorot ist ein sehr wertvoller Farbstoff. Es ist ausserordentlich echt gegen Licht und Walke. Ebenso ist die Sulfosäureverbindung sehr lichtecht. Nach Feststellungen, welche veröffentlicht worden sind in Bezug auf die Eigenschaften des künstlichen Indirubins, scheint es, dass dieser Farbstoff nicht identisch ist mit natürlichem Indirubin oder Indigorot.

Koppeschaar (*Zeitschrift für analytische Chemie*, 1899 S. 1) stellt fest, dass der Karmin des synthetischen Indirubins vollständig löslich ist in starker Salzlösung, während der des natürlichen Produktes nahezu unlöslich ist. Er erwähnt auch, dass die künstliche Art ungefähr 25 % Indigotin enthält. Die Färbeeigenschaften des künstlichen Indirubins sind nach einer Beschreibung in einer kürzlichen Veröffentlichung von *A. Schmidt* überdies nicht im Einklang mit *Rawson*'s Erfahrungen mit natürlichem Indirubin.

Der Indigohandel.

Die Indigoernte ist ausserordentlich abhängig vom Wetter; daher finden wir die grossen Unterschiede im Export von Jahr zu Jahr. Aber trotz der scharfen Konkurrenz der Teerfarbstoffe in den letzten 10 oder 20 Jahren hat der Export von Indigo aus Indien nicht erhebliche Aenderung erlitten. Es ist wahr, dass für manche Färbezwecke Indigo in grossem Massstabe durch die Teerfarbstoffe ersetzt worden ist, aber es scheint, dass der so bedingte Ausfall kompensiert worden ist, sei es dadurch, dass neue Kanäle für dessen Anwendung geöffnet worden sind oder dass überhaupt der Textilmarkt in der ganzen Welt eine Vermehrung erfahren hat. Wahrscheinlich am meisten wurde der Konsum des Indigo durch die Einführung der sauren Farbstoffe betroffen, welche in so grossem Massstabe die Anwendung des Indigoextraktes beeinträchtigt haben.

Obwohl Indigo in Indien seit Jahrhunderten gebaut wird, betrug der Import von ganz Asien nach Grossbritannien im Jahre 1782 doch nur 25500 Pfund. In demselben Jahre lieferten die Staaten in Amerika und Westindien 225000 Pfund. Der Gesamtimport belief sich auf 495000 Pfund. Von diesem Jahre ab nahm der Import stetig zu; im Jahre 1795 betrug er 4368000 Pfund, von welchen Bengalen allein 2955000 Pfund lieferte. 1815 betrug der Export aus Bengalen 7650000 Pfund oder etwas mehr als 3500 t.

Die folgende Tabelle zeigt den Betrag des Exportes von Indigo aus Indien von 1877 bis 1897 und die Verteilung der Ernte.

Tabelle 6.

Export von Indigo in Zentnern in den Jahren von 1877 bis 1897 und Verteilung auf einzelne Länder.

Jahre, endigend am 31. März	Exportiert von Bengalen	Exportiert von Madras, Bombay u. Sindh.	Total	Verteilung						
				Grossbritannien	Vereinigte Staaten	Deutschland	Australien, Frankreich und Italien	Aegypten und Türkei	Persien	Andere Länder
1877	69,379	30,987	100,366	61,141	6,157	—	19,292	—	2,961	10,833
1878	99,402	21,203	120,605	51,641	9,832	—	38,009	12,417	4,152	4,554
1879	74,747	30,304	105,051	52,552	10,773	—	22,966	8,637	4,354	5,769
1880	47,928	52,995	100,923	56,783	13,408	—	15,622	9,248	4,116	1,746
1881	88,111	28,759	116,870	60,092	10,074	—	24,937	18,037	3,024	706
1882	91,898	58,465	150,363	81,504	19,935	—	27,830	14,792	5,510	702
1883	99,715	41,326	141,041	60,645	27,285	—	25,514	20,109	6,077	1,411
1884	110,015	58,575	168,590	93,386	21,194	677	29,799	16,346	4,593	2,595
1885	106,009	48,560	154,629	71,870	25,082	4,026	26,621	18,064	5,824	3,052
1886	76,109	56,386	132,495	64,204	20,737	3,196	24,051	14,194	3,909	2,204
1887	87,941	50,455	138,396	53,152	28,133	4,596	23,538	18,398	7,445	3,144
1888	87,335	52,309	139,644	56,986	21,350	6,392	28,186	15,996	5,229	4,505
1889	86,701	55,746	142,447	59,762	25,123	8,088	22,486	16,628	5,022	5,338
1890	91,835	65,281	157,116	68,205	22,478	9,805	24,371	15,815	10,423	6,019
1891	69,819	48,606	118,425	53,373	13,085	7,029	18,262	17,182	6,139	4,355
1892	98,075	27,252	125,327	38,277	20,278	11,775	24,992	18,685	5,333	5,987
1893	61,637	65,066	126,703	58,086	18,917	4,381	20,401	14,899	4,212	5,807
1894	76,398	55,001	131,399	52,578	12,131	12,572	24,630	16,662	6,622	6,204
1895	106,830	59,478	166,308	50,996	26,044	14,414	30,132	21,966	10,599	12,157
1896	111,714	75,623	187,337	66,215	21,094	16,929	38,658	16,664	5,014	22,763
1897	109,001	60,543	169,543	62,669	22,492	11,816	26,772	15,467	3,663	26,644

Nach dem Bericht des englischen Handelsministeriums überschreitet der Wert des nach Grossbritannien eingeführten Indigos den aller Anilin- und Alizarinfarbstoffe bei weitem.

Nord-Behar, welches die Distrikte Tirhoot, Chumparan und Chuprah umfasst, liefert ungefähr ²/₅ des Gesamtbetrages von Indigo, der in Indien produziert wird. 300 000 bis 400 000 Acres Land sind der Anpflanzung der Pflanze gewidmet, und 1½ Millionen Menschen sind in dieser Industrie beschäftigt. Das Kapital, das darin steckt, beträgt ungefähr 5 000 000 Pfd. Sterl.!

Der Schrecken, den die Einführung des künstlichen Indigos durch die *Badische Anilin- und Sodafabrik* vor etwa 1½ Jahren hervorrief, hat stark dazu beigetragen, dass der Preis des Indigos ganz erheblich gesunken ist. Aus dieser Reduktion wird aber zweifellos ein weit grösserer Verbrauch dieses Farbstoffes resultieren.

Rawson sagt, dass vom wissenschaftlichen Standpunkt aus die Herstellung von künstlichem Indigo zweifelsohne eine grosse Errungenschaft sei, aber wenn die Herstellung in solchen Mengen und zu solchem Preise möglich werde, dass dadurch die Indigopflanzung unprofitabel wird, so kann sie nur als ein nationales Unglück angesehen werden. *Es gilt dies natürlich nur für England.* *B.*

(Schluss folgt.)

Acetylenapparat „Hansa“.

Wohl auf keinem Gebiete der Industrie und Technik hat sich ein solcher Aufschwung vollzogen, als auf dem des Beleuchtungswesens. Das von Dr. *Auer* erfundene Auer-Licht hat sich schnell eingeführt, zumal es den bisherigen Beleuchtungsarten gegenüber bedeutend geringere Betriebskosten und doch grössere Leuchtkraft bot. Seit einigen Jahren nun beschäftigt sich die Gastechnik vorzugsweise mit dem Acetylen, das als eine der besten und billigsten Beleuchtungsarten anerkannt worden ist. Die verschiedenen Apparate, die zur Herstellung des Acetylen konstruiert sind, wurden in dieser Zeitschrift schon ausführlich erläutert. Fast alle diese Apparate sind nach dem Einfall-, Einwurf-, Kipp- oder Ueberschwemmungssystem konstruiert.

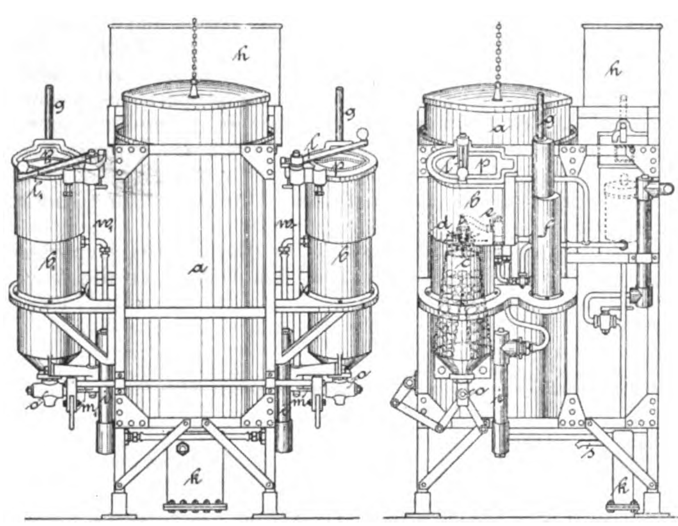


Fig. 1. Fig. 2.

Acetylenapparat „Hansa“.

Der nun näher beschriebene Apparat „Hansa“ ist nach einem eigenartigen sogen. Tropfsystem erbaut. Die Firma *J. C. Alb. Lüllemann und J. Matthew* in Hamburg hat diesen Apparat für die Beleuchtung des Dammthor-Bahnhofes in Hamburg hergestellt und hat derselbe durch seine eigenartige Funktionierung und tadellosen Gang Aufsehen erregt. Der ganze Apparat ruht auf einem Gestell und ist somit ohne grosse Demontierung leicht zu transportieren. *a* ist der Gasometer mit Tauchglocke, und zwar ist dieser doppelt wirkend. Auf beiden Seiten sitzen die Entwickler $b\,b_1$, durch Konsolen getragen. Im Inneren der Entwickler befindet sich je ein Behälter $c\,c_1$, die, wie Fig. 2 zeigt, nach oben verjüngt (die Form eines abgestumpften Kegels haben) und aus gitterförmigem Blech hergestellt sind, zur Aufnahme des Karbids dienen. In der Mitte und in einiger Entfernung hängt an dem Arm des Wasserrohres *e* ein Zerstreuerstern *d* frei schwebend über dem Behälter *c*. Dieser Zerstreuerstern ist die neuere Konstruktion, die sich gut bewährt hat. Ein trichterförmiger Behälter *a*, der mittels Bügel *b* frei aufgehängt werden kann, hat in seinem Boden eine Menge kleiner, feiner Löcher. Diese Löcher bilden die Oeffnungen einer gleichen Anzahl feiner, enger Haarröhrchen *c*, sogen. Kapillarröhrchen, die im Kreis angeordnet, durch einen Ring *d* gehalten werden (vgl. Fig. 3). Diese Kapillarröhrchen *i* sind nicht von gleicher Länge. Der Arbeitsvorgang dieses Zerstreuers ist folgender. Sinkt bei abnehmendem Gaskonsum die Tauchglocke des Gasometers *a*, so treibt diese Wasser in das Wasserrohr *e* und dieses läuft in den Trichter des Zerstreuersterns *d*, wird nun durch die kleinen Oeffnungen fein zerteilt und gelangt in die Kapillarröhrchen; von diesen löst sich das Wasser in Tropfenform ab. Da sich nun nicht alle Tropfen zu gleicher Zeit lösen, kommt der ganze Zerstreuer in schwingende Bewegung; natürlich ist die Bewegung eine ganz schwache, genügt aber, um so ein kleines Quantum Wasser auf eine verhältnismässig grosse Oberfläche zu zerstreuen. Die gitterartige Wandung des Karbidbehälters *c* lässt nun die Tropfen selbständig weiter arbeiten, so dass eine allmähliche, keine explosive Gaserzeugung entsteht und dadurch nur eine sehr geringe Wärmeerzeugung verursacht wird, das besonders von Wichtigkeit ist. Den geringsten Gaskonsum der Neufüllung eines Entwicklers zeigt ein elektrisches Läutewerk an, das durch die an der Tauchglocke befestigte Kette einen Streifkontakt bethätigt und so die Glocke in Bewegung setzt. Um die einfache Bedienung des Apparates hervorzuheben, sei nun eine Neufüllung beschrieben, die allerdings durch menschliche Hand ausgeführt werden muss, während im übrigen der Apparat selbstthätig durch Gas- und Wasserdruck arbeitet. Bei Ertönen des Signals drehe man die Kurbel *l* auf „ausser Betrieb“ (eine Skala zeigt die Hauptstellungen); gleichzeitig gibt ein Riegel *m*, der auf der Betriebswelle *w* sitzt und sich mitdreht, den Hebel zum Oeffnen des Hahnes *o* frei. (Ein unzeitiges Oeffnen des Hahnes ist also vollkommen ausgeschlossen.) Man öffne jetzt den Hahn *o* und schliesse ihn wieder, nachdem das Kalkwasser abgelaufen ist; sodann nehme man den Deckel *p* des Entwicklers *b* ab, hebe den Zerstreuerstern *d* ab und ersetze den Behälter *c* durch einen gefüllten, bringe Zerstreuer und Deckel wieder an und stelle die Kurbel auf „im Betrieb“; sofort ist auch der Schlammhahn *o* gesperrt. Auf gleiche Weise fülle man auch den anderen. Der Acetylenapparat „Hansa“ ist ferner noch mit allen nötigen Armaturen versehen, als Sicherheitsventil *f* mit einem ins Freie

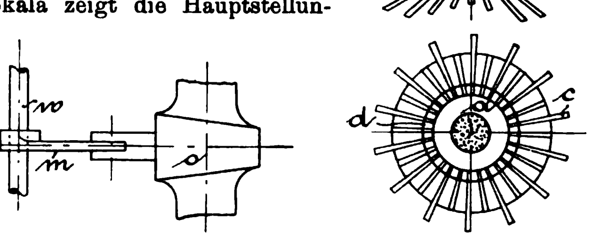


Fig. 4. Fig. 3.

führenden Rohr *g*, Wasserkasten *h* (bei Inbetriebsetzung des Apparates ist der Wasserkasten *h* so lange zu füllen, bis dieses aus Rohr *s* ausläuft), zwei Reinigern *i i* und Wäscher *k*. Der doppelt wirkende Gasometer *a* hat an seiner inneren Wand Behälter, die beim tiefsten Stand Gasometerwasser aufnehmen; das Gewicht der Tauchglocke wird also vergrössert und ein momentanes Auffliegen der Tauchglocke vermieden. Beim Heruntergang geben die Behälter bei Erreichen der Wasseroberfläche ihren Inhalt wieder ab. Dieser Apparat speist ausser 100 Perron- und Hausflammen auch eine Vorrichtung zum Kochen.

H. P. Hansen.

Grundlagen zur Fluglehre.

Von **F. Heinz**-Sarajevo.

(Fortsetzung von Bd. 314 S. 76.)

Wird für die 1000 kg schwere dynamische Flugmaschine auch das Gewicht des Akkumulators in Rücksicht gezogen, so erleidet das Verhältnis zwischen dem Gesamtgewicht und der Kraft der Flugmaschine (1000 : 400) eine wesentliche Verschiebung zu ungunsten der Kraft. Wir haben aber gesehen, dass die Ladung des Akkumulators zum grössten Teil durch die Schwerkraft erfolgt, dass die Betriebsmaschine nur einen geringen Teil dazu beiträgt und dass der eigentliche Zweck der Betriebsmaschine nur darin besteht, den Akkumulator zur Entladung zu bringen.

Ist für diesen untergeordneten Zweck eine Betriebsmaschine nicht vielleicht ganz und gar entbehrlich, nachdem sie nur das Gewicht des Flugapparates erheblich vermehrt, ihr Betrieb mit Kosten verbunden ist und öfteres Landen zur Aufnahme von Brennstoff nötig macht; genügt zu diesem Zweck nicht die eigene bezw. die durch das Eigengewicht des Akkumulators verrichtete Arbeit, d. h. ist ein Perpetuum mobile möglich?

Im nachstehenden sei der Versuch gemacht, dieses Problem der Lösung nahe zu bringen [1].

Wenn wir im Fliegeprozesse behufs Akkumulierung von Kraft die Schwerkraft, anstatt auf Deformation von elastischem Metall, auf Pressung von Luft mittels Kolben in Cylindern wirken lassen, so ist uns in dieser gepressten Luft ein Mittel an die Hand gegeben, das wir ähnlich wie gespannten Dampf verwerten und mit dem wir auf Ladung und Entladung des Akkumulators ebenso wirken können, wie mit einer Dampfmaschine.

Wird also Luftpressung als Akkumulator für die Flugmaschine angeordnet, dann erhält dieselbe in ihrem Querschnitt beiläufig die Form wie in Fig. 1 und 2. In den drei vertikal gestellten Luftcylindern *f g h i*, *f k j i* und *l g h m* befinden sich die Kolben *II I III*, die mit den Kolbenstangen *d d*, *e e* und *c c*

Fig. 1.

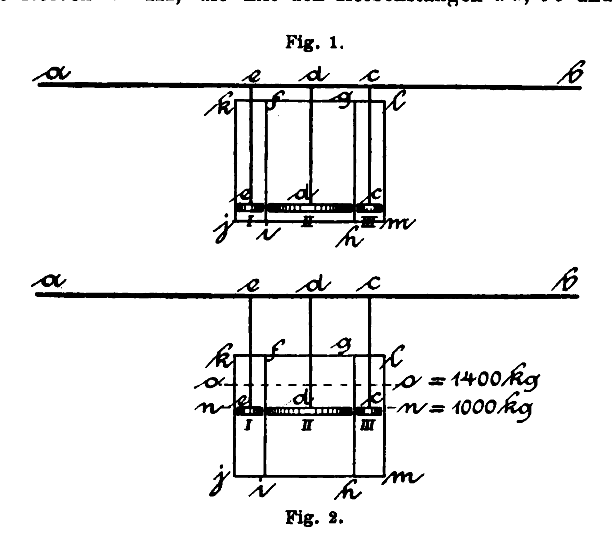


Fig. 2.

an der steifen horizontal gestellten Flugfläche *a b* befestigt sind. Die Stellung in Fig. 1 entspricht dem Flügelniederschlage, die Stellung in Fig. 2 entspricht dem Flügelaufschlage des Vogels, in Fig. 1 ist die Luft in dem Cylinder *II* ausgedehnt, in Fig. 2 ist sie zusammengepresst. In dem grossen mittleren Cylinder befindet sich die gepresste Luft oberhalb des Kolbens, von wo sie mit Röhren in die beiden kleinen Cylinder unter die Kolben geleitet wird.

Die Pressung der in den Cylindern befindlichen Luft geschieht auf folgende Weise:

Sofort nach dem Niederschlage (Stellung Fig. 1) sinken die Cylinder vermöge ihrer eigenen Schwere und des mit denselben verbundenen übrigen Apparatgewichtes an den Kolbenstangen hinab, gelangen in die Stellung Fig. 2, wodurch zunächst die Luft in dem mittleren Cylinder mit einer Kraft zusammengepresst wird, die dem bezeichneten Gewicht entspricht und die wir, wie oben erwähnt, wie gespannten Dampf verwerten können.

Wollten wir nun den durch diese gepresste Luft gebildeten Akkumulator des mittleren Cylinders mittels einer Dampfmaschine zur Entladung bringen, so müssten wir durch deren Kraft gegen den Cylinder abwärts und gegen den Kolben *II* aufwärts wirken, damit die Luft oberhalb dieses Kolbens noch weiter zusammengepresst, in ihr noch mehr Kraft aufgespeichert wird, als sie bereits durch die Thätigkeit der Cylinder- und übrigen Apparatschwere erworben hat, so dass der Kolben in die punktierte Linie *o o* gelangt, wenn er vor Anwendung der Maschinenkraft die Stellung *n n* eingenommen hat. In der Stellung *n n* des Kolbens beträgt nach dem Beispiel in *D. p. J.* 1899 **314** 76 die Kraft des Akkumulators 1000 kg, in Stellung *o o* 1400 kg. So wie nun die 400 kg Druck ausübende Dampfmaschine ihre Thätigkeit einstellt, so dehnt sich die im mittleren Cylinder vom Kolben bis zu *o o* zusammengepresste Luft mit Heftigkeit aus, da ihre Expansivkraft 1400 kg, das zu hebende Cylinder- und Apparatgewicht aber nur 1000 kg beträgt, und bewegt dadurch teils die Cylinder mit dem sonstigen Apparatgewicht aufwärts, teils die Kolben mit den Kolbenstangen und der Flugfläche *a b* abwärts, d. h. sie bewirkt dasjenige, was wir beim Vogel unter Flügelniederschlag verstehen.

Wie bringen wir nun ohne Anwendung einer Dampfmaschine den Kolben *II* des mittleren Cylinders in die Stellung *o o*, d. h. wie ist es ohne eine Dampfmaschine möglich, die im Cylinder eingeschlossene Luft mit 1400 kg Kraft zusammenzupressen, wenn das Cylinder- und Apparatgewicht nur 1000 kg beträgt und der Kolben mit diesem Gewicht nur bis in die Stellung *n n* zu bringen ist?

Die Antwort auf diese Frage ergibt sich aus der Erklärung der Funktion der Kolben *I* und *III* in den beiden kleinen Cylindern *f k j i* und *l g h m* (Fig. 1 und 2).

Zur grösseren Deutlichkeit unserer Darstellung werden wir die Dimensionen für die drei Cylinder und die drei Kolben bestimmen, wie sie für die 1000 kg schwere Flugmaschine des gewählten Beispieles erforderlich sind.

Der Durchmesser des mittleren Kolbens *II* beträgt 36 cm
" " " kleinen " *I* " 14 "
" " " " " *III* " 14 "
Der Flächeninhalt des mittleren Kolbens *II* beträgt 1017 qcm
" " " kleinen " *I* " 154 "
" " " " " *III* " 154 "
Die Höhe jedes der drei Cylinder beträgt 100 cm.
Der Kubikinhalt beträgt danach f. d. mittleren Cylinder 101 700 ccm
für jeden der beiden kleinen Cylinder 15 400 ccm
für beide kleine Cylinder zusammen . 30 800 "

Wird die Luft im mittleren Cylinder auf die Hälfte ihres Volumens auf die obenbeschriebene Art zusammengepresst, so ist ihre Spannung gleich 1 at Ueberdruck, übt also auf 1 qcm der Kolbenfläche einen Druck von 1,033 kg und auf die ganze Kolbenfläche einen Druck von $1017 \times 1{,}033 = 1050$ kg aus, so dass bei dieser Spannung dem Gewicht der Cylinder- und der übrigen Apparatschwere das Gleichgewicht gehalten wird.

Lassen wir die bis zu 1 at gespannte Luft des mittleren Cylinders ober dem Kolben, in die beiden kleinen Cylinder jedoch

[1]) Wir können uns zwar nicht in allen Punkten der Ansicht des Verfassers anschliessen und erheben insbesondere auch den Vorwurf, dass in der Arbeit die thermodynamischen Vorgänge nicht berücksichtigt sind, glauben jedoch, den Ausführungen desselben die Spalten unseres Journals nicht verschliessen zu sollen, da sie vielleicht nützliche Anregung im Gefolge haben können. D. R.



in dem Teile unter die Kolben *I* und *III* strömen, so wird die Spannung der Luft auch in den beiden kleinen Cylindern unterhalb der Kolben *I* und *III* sofort auf 1 at steigen, wobei, wenn wir uns die Fläche *a b* festgehalten denken, die Cylinder etwas sinken werden, um die im mittleren Cylinder durch das Ausströmen der Luft in die beiden kleinen Cylinder verlorene Spannung der Luft wieder zu ersetzen.

Die Spannung der Luft würde auf diese Weise mit dem Cylinder- und übrigen Apparatgewicht wieder in Gleichgewicht gelangen, wenn die Kolben ihren Weg vom unteren zum oberen Cylinderende bis zu $^4/_6$ zurückgelegt haben würden, wenn die Wirkung der beiden kleinen Kolben *I* und *III* gleich Null wäre; denn bei $^4/_6$ dieses Weges beträgt der Raum für die gepresste Luft im mittleren Cylinder ober dem Kolben *II* $^2/_6 \times 101\,700 = 33\,900$ ccm und in den beiden kleinen Cylindern unter den Kolben *I* und *III* $^4/_6 \times 30\,800 = 20\,532$ ccm, in allen drei Cylindern zusammen also $33\,900 + 20\,532 = 54\,432$ ccm, d. i. beiläufig die Hälfte von dem Kubikinhalt des mittleren Cylinders allein, mithin ist auch die Luft wieder bis zu 1 at gespannt.

Nun gelangen wir zu dem kritischen Punkt unserer Darstellung.

Wie die drei Kolben *I*, *II* und *III* mittels des Teiles *e c* der Fläche *a b* miteinander verbunden sind, so sind auch die drei Cylinder miteinander verbunden; die beiden kleinen Cylinder sind an ihren oberen Enden geöffnet, damit der Bewegung der Cylinder gegen abwärts durch Pressung von Luft *ober* den Kolben *I* und *III* kein Hindernis entgegengestellt wird und die Pressung der Luft bloss im grossen Cylinder erfolgen kann.

Und nun erwägen wir: Unterhalb der Kolben *I* und *III* befindet sich gepresste Luft von 1 at Spannung, die sowohl aufwärts gegen diese Kolben, als auch abwärts gegen die unteren Cylinderdeckel der beiden kleinen Cylinder einen Druck ausübt von $(154 + 154 = 308 \times 1{,}033 =)$ 318 kg. Diese 318 kg Kraft wirken demgemäss und vermöge der erwähnten Kolben- und Cylinderverbindung auf eine weitere Zusammenpressung der Luft im mittleren Cylinder.

Nun tritt ein merkwürdiger Vorgang ein: Durch die Erhöhung der Spannung der Luft im mittleren Cylinder wächst auch die Spannung in den beiden kleinen Cylindern und wird somit auch die Kraft von 318 kg grösser. Nimmt aber diese Kraft von 318 kg an Grösse zu, dann wird auch wieder die Spannung im mittleren Cylinder grösser u. s. f. Auf den ersten Blick wären wir versucht, zu glauben, für das Wachsen dieser Spannung gäbe es gar keine Grenzen. Dem ist aber nicht so, wie wir gleich sehen werden.

Sind nämlich die drei Kolben nur noch $^1/_6$ der Cylinderlänge von den oberen Enden der Cylinder entfernt, dann beträgt der Raum für die eingeschlossene gepresste Luft

im mittleren Cylinder $^1/_6 \times 101{,}700$ . . . =	16 950 ccm
in den beiden kleinen Cylindern $^5/_6 \times 30{,}800$ =	25 650 „
in Summa	42 600 ccm.

Im ausgedehnten Zustande nahm die Luft im mittleren Cylinder einen Raum ein von 101 700 ccm, so dass sie bei der Zusammenpressung auf einen Raum von nur 42 600 ccm eine Spannung von beiläufig 1,4 at erhält.

Bei einer Spannung von 1,4 at beträgt aber der Druck der gepressten Luft

gegen den Kolben des mittleren Cylinders $1{,}4 \times 1{,}033 \times 1017$ . . . . =	1470 kg
gegen die Kolben *I* und *III* der beiden kleinen Cylinder aber nur $1{,}4 \times 1{,}033 \times 308$ . . . . =	445 „

so dass also diese letztere Kraft per 445 kg mit der im gleichen Sinne wirkenden Cylinder- und übrigen Apparatschwere von 1000 kg, zusammen nur eine Kraft von 1445 kg ergibt, die somit schon um einen geringen Betrag geringer ist, als die im entgegengesetzten Sinne wirkende Kraft von 1470 kg der im mittleren Cylinder eingeschlossenen gepressten Luft.

Wenn wir nun die Kommunikation für das Strömen der Luft zwischen dem mittleren Cylinder und den beiden Seitencylindern abschliessen und die gepresste Luft aus diesen zwei Cylindern ausströmen lassen, wenn die Kraft der im mittleren Cylinder akkumulierten Luft 1470 kg, die gegen diese Luft wirkende Schwere der Cylinder und des übrigen Apparates aber nur 1000 kg beträgt, dann muss sofort beim Eintritt dieses Verhältnisses die Entladung des Akkumulators erfolgen, der Apparat muss aus der Stellung Fig. 2 in die Stellung Fig. 1 (Flügelniederschlag des Vogels) übergehen, um nach der Entladung und Zuführung von so viel Luft in den grossen Cylinder, als derselbe vorher an die beiden kleinen Cylinder abgegeben hat, wieder aus der Stellung Fig. 1 in die Stellung Fig. 2 (Flügelaufschlag des Vogels) zurückzukehren und das gleiche Spiel zu wiederholen.

Damit erscheint die eingangs aufgestellte Vermutung, ob das Problem eines Perpetuum mobile für dynamische Luftschiffe lösbar ist, in genügendem Masse begründet, und es ist gleichzeitig auch die so lange ersehnte, beinahe gewichtslose Maschine gefunden, für die einige Stahlblechcylinder von geringem Gewicht genügen und die zu ihrem Betriebe keinen Brennstoff mitzuführen braucht, da sie dazu die Schwerkraft benutzt.

Es erhebt sich nun auch noch eine andere Frage: Ob nämlich ein Perpetuum mobile von der beschriebenen Art nicht bloss für dynamische Luftschiffe, ob ein solches auch zum Antrieb von Arbeitsmaschinen in Fabriken u. s. w. möglich ist.

Diese Frage lässt sich nach der obigen Darlegung sehr leicht, und zwar im günstigen Sinne beantworten.

Wir haben nur nötig, den Prozess umzukehren und das treibende Gewicht aus den Cylindern in die Kolben zu verlegen, die Teile *a e* und *b c* der Tragfläche *a b* wegzulassen, die Verbindung der Kolbenstangen *e d c* beizubehalten, die Cylinder auf ein festes Postament zu stellen und die Kolben auf- und abbewegen zu lassen, während sich in dem vorher besprochenen Falle die Cylinder auf- und abbewegt haben.

Werden die Kolben mit einem Gewicht von 1000 kg hergestellt und in die Cylinder mit Hebevorrichtung langsam hineingelassen, so wird bei Abschliessung der Kommunikation für das Strömen der Luft aus dem mittleren in die beiden kleinen Cylinder und bei derselben Kolbenflächengrösse des Kolbens *II* wie oben, also von 1017 qcm die Luft um die Hälfte ihres Volumens durch das Gewicht der Kolben, und zwar diesesmal unter dem Kolben *II* zusammengepresst werden und dadurch eine Spannung von 1 at erhalten.

Wird nun die Kommunikation aus dem grossen in die beiden kleinen Cylinder geöffnet, und diese gespannte Luft, diesesmal in den Teil ober den Kolben *I* und *III* geleitet, so wird durch das gleiche Kräftespiel ebenfalls das Gleichgewicht erst dann eintreten, bis die Kolben nur noch $^1/_6$ der Cylinderlänge vom unteren Ende der Cylinder entfernt sein werden und die Spannung der gepressten Luft von 1 auf 1,4 at gestiegen sein wird, d. h. bis der Druck der gepressten Luft im mittleren Cylinder *auf*wärts gegen die Kolbenfläche *II* dieselbe Grösse erreicht hat, als der Druck derselben Kolbenfläche abwärts gegen die gepresste Luft im mittleren Cylinder beträgt, der sich aus dem Gewichte der Kolben von 1000 kg und dem Drucke der Expansivkraft der Luft von 445 kg in den beiden kleinen Cylindern zusammensetzt.

Wird dann die Kommunikation zwischen dem grossen und den beiden kleinen Cylindern abgeschlossen, die gepresste Luft aus den Seitencylindern entleert, so werden die nur 1000 kg schweren Kolben von der im grossen Cylinder eingeschlossenen gepressten Luft, deren Kraft bei 1,4 at 1470 kg oder 1445 kg beträgt, zum oberen Ende des Cylinders emporgetrieben, worauf dieselben wieder herabsinken und das Spiel wiederholen, wenn in dem mittleren Cylinder zuvor wieder so viel Luft eingeführt wurde, als aus demselben in die beiden kleinen Cylinder abgeströmt ist.

Die Expansivkraft der Luft von 1470 kg ist nach Abschlag des üblichen Prozentsatzes auf Kolbenreibung noch bedeutend grösser, als zur Hebung des Kolbengewichtes von 1000 kg bis zum oberen Ende der Kolbenspielhöhe (100 cm) erforderlich ist. Dieser Ueberschuss kann zur Leistung von mechanischer Arbeit benutzt, oder wenn solche nicht zu verrichten ist, dadurch unschädlich gemacht werden, dass ein entsprechender Teil gespannter Luft in den kleinen Cylindern behufs Hemmung der Kolbenaufwärtsbewegung zurückgehalten wird. Die Regulierung der *Ausströmung* der komprimierten Luft aus den zwei kleinen Cylindern ist für die Gangart der Maschine dasselbe, wie die Regulierung der *Dampfeinströmung* in die Cylinder für die Gangart einer Dampfmaschine.

Aus der vorstehenden *zahlenmässigen* Begründung der Ansicht von der Lösbarkeit des Perpetuum mobile-Problems dürfte jedoch der ganz einfache *Grundgedanke* nicht mit genügender Klarheit hervortreten und es dürfte daher erwünscht sein, diesen Grundgedanken selbst mit Hinweglassung aller Zahlen in einer möglichst kurzen Form zur Darstellung zu bringen. Diese Darstellung dürfte auch dadurch an Deutlichkeit gewinnen, wenn in derselben, statt der drei nebeneinander gestellten, zwei übereinander gestellte Cylinder der Betrachtung unterzogen werden.

Fig. 3 zeigt also zwei übereinander gestellte Cylinder, von welchen der Cylinder *A* einen grösseren Durchmesser hat als der Cylinder *B*. Der Cylinder *A* ist nach oben, der Cylinder *B* nach unten geöffnet, beide Cylinder sind voneinander durch die Wand *a b* getrennt.

Durch beide Cylinder und die Wand *a b* führt die Kolbenstange *c d*, an welcher die Kolben *e* und *f* befestigt sind, die sich zwischen *g g* und *h h* bezw. *i i* und *j j* auf- und abbewegen sollen.

Diese Auf- und Abbewegung der Kolben *e* und *f* soll durch die Wirkung der Schwerkraft und der Expansivkraft der Luft auf folgende Weise möglich sein.

Wenn die beiden Kolben von *g g* nach *h h* bezw. von *i i* nach *j j* von der Schwerkraft hinabgezogen werden, dann wird die im Cylinder *A* eingeschlossene gewöhnliche atmosphärische Luft mit einer Kraft zusammengepresst, welche gleich ist dem Gewichte der Kolbenstange *c d* und der Kolben *e* und *f*, und erlangt dadurch eine höhere Spannung als die ausserhalb der Cylinder befindliche Luft besitzt.

Strömt nun diese so gespannte Luft durch die Oeffnung *k*

der Wand *a b* aus dem Cylinder *A* in den Cylinder *B*, so wird sich dieselbe wieder auszudehnen suchen, bleibt dabei aber trotzdem gespannt, weil Cylinder *B* kleiner ist als Cylinder *A*, sie wird also infolgedessen auch einen Druck abwärts gegen den Kolben *f* ausüben und damit die Wirkung des Kolben- und Kolbenstangengewichtes gegen die im Cylinder *A* befindliche Luft verstärken. Wird aber die Luft im Cylinder *A* stärker gepresst, ihre Spannung erhöht, dann wächst auch vermöge der Oeffnung *k* die Spannung der Luft im Cylinder *B* und der Druck derselben abwärts gegen den Kolben *f*, was so lange dauert, bis durch diese Wechselwirkungen Gleichgewicht eintritt. Gleichgewicht tritt deshalb ein, weil, obzwar der Druck der Expansivkraft der Luft gegen die Kolben in beiden Cylindern wächst, der Druck der Expansivkraft der Luft gegen den Kolben im Cylinder *A* wegen seines grösseren Durchmessers schneller wächst, als gegen den Kolben im Cylinder *B*.

Fig. 3.

Durch die Mitwirkung der Expansivkraft der Luft im Cylinder *B* wird auf die beschriebene Weise die Luft im Cylinder *A* entschieden auf eine höhere Spannung gebracht als mit dem Kolben- und Kolbenstangengewichte allein.

Soll nun das Gleichgewicht zwischen dem Kolben- und Kolbenstangengewichte und dem Drucke der Expansivkraft der Luft gegen den Kolben *f* abwärts einerseits und dem Drucke der Expansivkraft der Luft gegen den Kolben *e* aufwärts andererseits aufgehoben werden, dann genügt es offenbar, wenn wir den Druck der Expansivkraft der Luft abwärts gegen den Kolben *f* vernichten, indem wir bei gleichzeitigem Abschluss der Oeffnung *k* durch eine ins Freie führende Oeffnung die komprimierte Luft aus dem Cylinder *B* entweichen lassen.

Da sodann die Expansivkraft der Luft gegen den Kolben *e* aufwärts *grösser* ist als das nunmehr *allein* abwärts wirkende Kolben- und Kolbenstangengewicht, so müssen die Kolben samt Kolbenstange von *j j* nach *i i* bezw. von *h h* nach *g g* von der Expansivkraft der Luft emporgetrieben werden, falls die bei der Abwärtsbewegung der Kolben durch die Expansivkraft der Luft gegen den Kolben *f* verrichtete und in Form erhöhter Expansivkraft der Luft im Cylinder *A* aufgespeicherte mechanische Arbeit gross genug war.

Wie die Fig. 3 zeigt, hebt sich der Kolben *e* ganz aus dem Cylinder *A* heraus, was deshalb geschieht, damit in denselben rasch wieder so viel Luft einströmt, als derselbe bei Abwärtsbewegung der Kolben an den Cylinder *B* abgegeben hat.

So wie die beschriebene *eine* Abwärts- und Aufwärtsbewegung der Kolben sollen auch die folgenden Abwärts- und Aufwärtsbewegungen der Kolben erfolgen.

Das wäre also ein Perpetuum mobile, aber freilich ein solches, das nicht Arbeit aus „Nichts“ gewinnen will, wie dies den Perpetuum mobile-Erfindern oft genug höhnend vorgehalten wurde, sondern ein solches, das Arbeit aus zwei Naturkräften erzeugen will: aus der Schwerkraft, die den Brennstoff, und aus der Expansivkraft der Luft, welche die Kraft des Dampfes ersetzen soll.

Ich habe bei der schärfsten Selbstprüfung nicht herausfinden können, was sich in theoretischer Hinsicht gegen die Richtigkeit des entwickelten Grundgedankens einwenden lässt, ja ich habe eine gewisse Beruhigung darin gefunden, dass der Gedanke für die Lösung des Perpetuum mobile-Problems nun mindestens ein vollkommen neues Prinzip aufstellt, indem ein ganz gleiches Prinzip z. B. in dem Werke „Das Perpetuum mobile“ von *A. Daul* vom Jahre 1900 nicht behandelt erscheint.

Allein die schönste Theorie bleibt ohne Praxis unzuverlässig und darum wäre es im Interesse der Sache erwünscht, wenn der entwickelte Gedanke von kompetenter Seite nicht nur theoretisch, sondern auch praktisch in Bezug auf seine Richtigkeit eingehend untersucht werden würde.

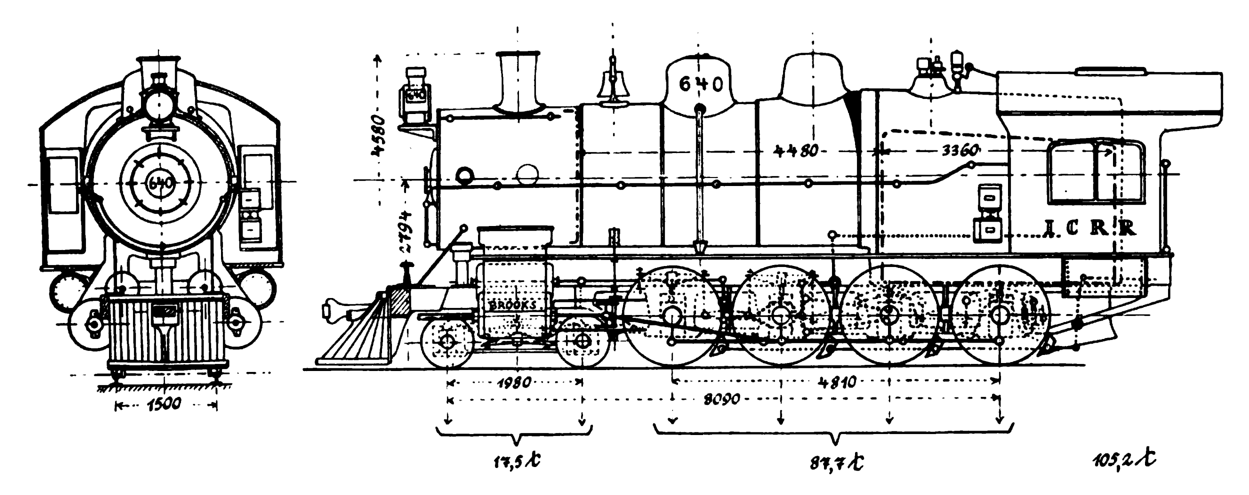
(Siehe Anmerkung 1 auf S. 207. D. R.)

Die grösste Lokomotive der Welt.

Obwohl in den Vereinigten Staaten von Nordamerika im Verlauf der letzten 10 Jahre oft Lokomotiven gebaut worden sind, welche als „grösste der Welt“ von sich reden machten, ein Titel, welcher von einer ganzen Anzahl von Riesenlokomotiven beansprucht werden könnte, und obwohl die gegen Ende des eisernen Jahrhunderts in Amerika entstandenen Typen alles, wenigstens in der alten Welt übliche, hinsichtlich ihrer Grösse und absoluten Leistungsfähigkeit weit hinter sich gelassen haben, so ist in dem rastlosen Vorwärtsstreben des Lokomotivbaues noch kein Stillstand eingetreten, sondern ungeachtet der drohenden Konkurrenz der Elektrotechnik wird die eingeschlagene Richtung weiter verfolgt; aus der Entwickelung des *amerikanischen* Lokomotivbaues lässt sich wohl darauf schliessen, dass dieser den Kampf mit dem jungen Konkurrenten am längsten und erfolgreichsten wird aufnehmen können.

Im September 1899 ist in den *Brook's Lokomotivwerken*, Dunkirk, Nordamerika, für die Illinois Zentralbahn eine Güterzuglokomotive schwerster Gattung gebaut worden, welche vorläufig mit Recht als „grösste der Welt“ gelten darf. Diese Maschine übertrifft sogar noch die 5- und 6achsigen Riesen, welche bisher Aufsehen erregt haben.

Ueber die Abmessungen der Maschine berichtet die englische Zeitschrift *Locomotive magazine*, 1899 S. 192. Die Gesamtanordnung kann aus nachstehender Skizze ersehen werden.



Wie die Skizze zeigt, ist die Maschine $^4/_6$ gekuppelt, die zwei Vorderachsen sind zu einem Drehgestell vereinigt, die übrigen vier sind gekuppelte Triebachsen; es ist dies eine neuerdings bei Lokomotiven von grosser Leistungsfähigkeit in Amerika oft angewandte Bauart. Merkwürdigerweise ist das Verbundsystem nicht in Anwendung gekommen, wie es sich überhaupt jenseits des Ozeans schwer Eingang zu verschaffen scheint; auf Einfachheit und Billigkeit der Herstellung wird bekanntlich in Amerika viel Wert gelegt, was oft auf Kosten der guten Wirkung geschehen muss; andererseits sind die Unterhaltungkosten wieder geringere, wenn auf Vielteiligkeit, wie sie das Verbundsystem mit sich bringt, verzichtet wird.



Der Kessel zeigt die Wagon-top-Bauart, nach *Belpaire* modifiziert, und besitzt ausnehmend grosse Abmessungen, was erforderlich war, um die der verlangten Leistungsfähigkeit entsprechende Heizfläche unterzubringen. In den Einzelheiten sind streng alle Prinzipien moderner amerikanischer Konstruktion eingehalten. Sieht man vorerst von den Hauptverhältnissen der Maschine ab, so zeigt dieselbe folgende Abmessungen mehr konstruktiver Natur:

Aeusserer Kesseldurchmesser	Rauchkammer	2,08 m
	An der Feuerbüchsrohrwand	2,32 „
Feuerbüchse (innen) (mit Schüttelrost)	Länge	3,36 „
	Breite	1,067 „
	Tiefe vorn	2,284 „
	Tiefe hinten	2,070 „
Feuerrohre	Anzahl	424
	Länge	4,48 m
	Aeusserer Durchmesser	50,8 mm
Radstand	Fest	4,81 m
	Im ganzen	8,09 „
	Einschl. Tender	16,8 „
Gesamtlänge von Maschine und Tender		20,0 „

Zur Dampfverteilung dienen Kolbenschieber, welche, ausserhalb der Rahmen liegend, von der auf der dritten Triebachse zwischen den Rahmen angebrachten *Stephenson*'schen Steuerung mittels Zwischenhebel bewegt werden.

Der Tender läuft natürlich auf zwei Drehgestellen zu je zwei Achsen; leider enthält die Quelle nichts über die Grösse der Vorratsräume. Nach anderen Bauarten zu schliessen, muss dem Dienstgewicht des Tenders entsprechend die Fassung an Wasser etwa 25 cbm, an Kohlen 12 t betragen; das Tendergewicht an sich, wie auch besonders das Gesamtgewicht der Maschine zeigt eine bisher unerreichte Grösse.

Dienstgewicht	Maschine	105,2 t
	Tender	60,3 t
Gesamtgewicht von Maschine mit Tender		165,5 t

Die Lokomotive ist mit der Westinghouse-Schnellbremse ausgerüstet, welche auf alle Triebräder und auf die Tenderräder wirkt.

Soviel über den ungeheuren Körper dieser Lokomotive; die Seele des Ganzen bilden aber die Hauptabmessungen, welche als Leistungsfaktoren aufzutreten haben, und aus folgender Tabelle zu entnehmen sind.

Hauptabmessungen.

Bahnverwaltung	Bauart	Maschine: Cylinderdurchm.	Maschine: Kolbenhub	Maschine: Triebraddurchm.	Kessel: Ueberdruck	Kessel: Heizfläche	Kessel: Rostfläche	Kessel: Rohre: Anzahl	Kessel: Rohre: Länge	Gewichte: Gesamtgewicht	Gewichte: Adhäsionsgewicht	Zugkraft: Maschine	Zugkraft: Reibung	Verhältnisse: Heizfläche / Rostfläche	Verhältnisse: Heizfläche / Gesamtgewicht	Verhältnisse: Cylinderinhalt / Heizfläche	Verhältnisse: Zugkraft / Adhäsionsgewicht
		d	s	D	p	H	R	—	—	L	L_a	Z	W	$\frac{H}{R}$	$\frac{H}{L}$	$\frac{C}{H}$	$\frac{Z}{L_a}$
		mm	mm	mm	at	qm	qm	—	mm	t	t	kg	kg	—	qm/t	1/qm	kg/t
Illinois Central . . .	4/6	584	762	1448	14,8	325	3,5	424	4480	105,2	87,7	15800	14600	94	3,08	0,63	180
Preuss. Staatsbahn .	3/3	480/680	630	1330	12,0	116	1,5	172	4450	40,3		6550	6650	77	2,9	0,98	162

Zum Vergleich sind in zweiter Linie die entsprechenden Werte der preussischen Normal-Verbund-Güterzuglokomotive in die Zusammenstellung aufgenommen, welche als gutes Muster der auf dem europäischen Kontinent eingebürgerten und noch immer beliebten dreifach gekuppelten Güterzuglokomotive anzusehen ist.

Zur Beurteilung der Leistungsfähigkeit und Brauchbarkeit der Konstruktion sind mehrere nachher im einzelnen zu besprechende Verhältniszahlen aufgestellt. Was die Berechnung der Zugkraft anbelangt, so ist zwischen verfügbarer Zugkraft und nutzbarer Zugkraft zu unterscheiden; ersteres ist die aus den Maschinenabmessungen zu bestimmende Tangentialkraft am Triebradumfang, letzteres ist der durch die Adhäsion der Triebachsen auf die Schienen übertragene, also nutzbare Teil der ersteren, welcher sich mit den Zugwiderständen im Gleichgewicht befindet.

Ist d der Durchmesser des Hochdruckcylinders, d_1 derjenige des Niederdruckcylinders } in cm,
s der Kolbenhub,
D der Triebraddurchmesser,
p_i der mittlere nutzbare Kolbendruck in at,
p der Kesselüberdruck,
wobei 1. für Zwillingsmaschinen $p_i = 0{,}6\,p$
2. für Verbundmaschinen $p_i = 0{,}5\,p$

bei Güterzuglokomotiven zu nehmen ist, so ist die *Maschinenzugkraft*

$$Z = \frac{d^2 s p_i}{D} \text{ für Zwillingsmaschinen}$$

$$Z = \frac{d_1^2 s p_i}{2D} \text{ für Verbundmaschinen.}$$

Andererseits werde bezeichnet mit
L_a die Adhäsionslast,
μ der Reibungskoeffizient,
so ist bekanntlich die *Reibungszugkraft*

$$W = \mu L_a, \quad \text{wobei } \mu = \frac{1}{6} \text{ im Mittel.}$$

Von diesen beiden Formeln ist in der Tabelle unter Z bezw. W Gebrauch gemacht. Ein Ueberschuss von Z über W bewirkt Schleudern, ist also nutzlos und verloren, sogar schädlich.

So übertrieben die Einzelabmessungen sich darstellen, so gut sind im allgemeinen die Verhältniszahlen gewählt, so dass auf befriedigende Gesamtwirkung zu rechnen ist. Die Verhältnisse entsprechen guten Durchschnittswerten, welche aus zahlreichen anderen Ausführungen sich ergeben und durch diejenigen der preussischen Lokomotive vertreten sind. Eine Abweichung zeigt nur die Zahl $\frac{C}{H} = 0{,}63$; gewöhnlich pflegen auf 1 qm Heizfläche 0,9 bis 1,1 (höchstens) Liter Cylinderinhalt zu kommen. Es ist also, wenn man diese Grenzen für massgebend hält, die Heizfläche für die grossen Cylinder doch noch unnötig gross gemacht worden; im ungünstigsten Fall brauchte sie nur $\frac{d^2\pi}{4} \cdot \frac{s}{0{,}8} = 255$ qm zu betragen. Es würde dann $\frac{H}{R} = 73$, $\frac{H}{L} = 2{,}4$ ausfallen bei gleichem Gesamtgewicht, welches aber wegen der Verkleinerung der Heizfläche und damit des Kessels auf etwa $L = \frac{H}{2{,}8} = 91$ t sinken würde. Damit würden, wenigstens so weit es die Beanspruchung des Bahnoberbaues anbelangt, bessere Verhältnisse Platz greifen. Nicht nur das Dienstgewicht von 105 t, sondern auch die Belastung pro Triebachse mit 22 t übersteigt jedenfalls die Grenze des Vorteilhaften; letztere Grösse ist stark das Anderthalbfache des bei uns Zulässigen.

Eine gute Beschickung der Feuerung vorausgesetzt, liefert also die Heizfläche mehr Dampf, als die Cylinder trotz ihrer enormen Grösse verschlucken können. Durch Vergrössern der Füllung würde die Maschinenzugkraft gesteigert, aber ohne Nutzen, da unter normalen Umständen schon die Reibungsgrenze erreicht ist, so dass der Dampfüberschuss des Kessels nicht zur Verwendung kommen kann. Statt die Heizfläche zu verringern, wäre eine Steigerung des Verhältnisses $\frac{C}{H}$ auch noch möglich durch Vergrösserung der ohnehin schon mächtigen Cylinder, was wieder das unbrauchbare Wachsen der Maschinenzugkraft zur Folge hätte. Diesem könnte nur durch Verringerung der Füllung, also durch Nichtverwendung des Dampfüberschusses, oder durch Vergrösserung der Reibung andererseits mittels dauernden Sandens begegnet werden, wenn Schleudern vermieden werden soll.

Jedenfalls sollte der Möglichkeit einer weniger guten Bedienung des Feuers durch die grosse Heizfläche begegnet werden, so dass unter allen Umständen genügend Dampf für die Cylinder geliefert wird.

Rechnet man, so gering als möglich angeschlagen, 2 PS_e pro Quadratmeter Heizfläche, so ist die Maschine mindestens zu einer Nutzleistung von 650 PS fähig; nimmt man aber bei höheren Geschwindigkeiten etwa 4,6 PS auf jeden Quadratmeter an, so wäre eine Leistung von 1500 PS_e zu erwarten. Dies ist nur

eine Frage der Kesselwirkung und dadurch wieder in letzter Linie von der Bedienung bezw. Beschickung des Feuers abhängig. Es ist sehr fraglich, ob die Vereinigung der Zugkräfte von zwei Maschinen in einer einzigen nicht doppelte Anstrengung des Heizers bezw. doppeltes Personal erfordert, wenn die Heizfläche von 325 qm so bedient werden soll, dass die Lokomotive den an sie gestellten Erwartungen entspricht, welche ausserordentlich hoch sind.

Die Maschine ist dazu bestimmt, auf der Steigung von 7,2 ‰ einen Zug vom Gesamtgewicht (einschl. Maschine und Tender) von 2000 t zu befördern. Die Erfüllung dieser Forderung ist ein Ding der Unmöglichkeit; denn der Steigungswiderstand allein schon beträgt $\frac{7,2}{1000} \cdot 2000$ t $= 14400$ kg, erreicht also bereits die Adhäsionsgrenze, welche bei $\frac{1}{6} \cdot 87,7$ t $= 14600$ kg liegt. Im besten Fall lässt sich eine Reibung von $\frac{1}{5} \cdot 87,7$ t $= 17340$ kg erzwingen; der Krümmungs-, Geschwindigkeits- und Laufwiderstand müsste noch berücksichtigt werden, so dass das thatsächlich beförderte Zuggewicht erheblich geringer als 2000 t sein wird. Anderenfalls müsste *Vorspann* oder zum Zweck der Entlastung der Wagenkuppelungen *Nachschub* zu Hilfe gezogen werden.

Bekanntlich ist die Nutzleistung

$N_e = \frac{W \cdot V}{270}$ (W Zugwiderstand, V Geschwindigkeit in km/Std.),

woraus bei 650 PS Leistung

$$V = \frac{270 \cdot 650}{14600} = 12 \text{ km/Std.}$$

wird, für die grösste Zugkraft.

Andererseits ist der Zugwiderstand

$$W = G\left(2,4 + n + \frac{V^2}{1000}\right) \begin{cases} n \text{ Steigung in ‰,} \\ G \text{ totales Zuggewicht.} \end{cases}$$

Hier ist

$$\left.\begin{array}{l} W = 14600 \\ n = 7,2 \\ V = 12 \end{array}\right\} \text{also } 14600 = G\,(2,4 + 7,2 + 0,144).$$

Wird der Klammerausdruck auf 10 aufgerundet, um den Krümmungswiderstand annähernd zu berücksichtigen, so ergibt sich:

$$G = \frac{W}{10} = 1460 \text{ t (einschl. Maschine),}$$

d. h. die Maschine könnte auf einer Steigung von 7,2 ‰ eine Zuglast hinter dem Tender von rund 1200 t mit 12 km/Std. Geschwindigkeit befördern, wobei 650 PS$_e$ entwickelt werden, während die Adhäsion von 14600 kg voll ausgenutzt ist.

Wie die Formel $N = \frac{W V}{270}$ zeigt, stehen W und V, d. h. Zugkraft und Geschwindigkeit in umgekehrtem Verhältnis für gegebene Leistung, während diese selbst für wachsendes V wachsen muss, was mit der bei steigender Geschwindigkeit infolge des schnelleren, schwächeren Auspuffs sich verbessernden Kesselwirkung zusammenhängt.

Die Frage nach der Leistungsfähigkeit der Lokomotive auf *gerader*, *horizontaler* Bahn beantwortet sich dementsprechend folgendermassen:

1. Bei grösster Belastung hat man minimale Leistung von 650 PS$_e$; da $N = \frac{W V}{270}$, so wird auch hier

$$V = \frac{270\,N}{W} = \frac{270 \cdot 650}{14600} = 12 \text{ km/Std.}$$

Für

$$W = G\left(2,4 + \frac{V^2}{1000}\right) \text{ wird } G = \frac{W}{2,4 + \frac{V^2}{1000}},$$

also

$$G = \frac{14600}{2,4 + \frac{12^2}{1000}} = \frac{14600}{2,55} = 5720 \text{ t (einschl. Maschine),}$$

d. h. bei 12 km/Std. könnte eine Zuglast von etwa 5550 t hinter dem Tender befördert werden, was einer Leistung von 650 PS$_e$ entspräche; dabei wird die Adhäsion der Lokomotive voll ausgenutzt.

2. Bei grösster Geschwindigkeit hat man maximale Leistung von 1500 PS$_e$.

Für $V = 48$ km/Std. wird

$$W = \frac{270\,N}{V} = \frac{270 \cdot 1500}{48} = 8400 \text{ kg,}$$

also

$$G = \frac{W}{2,4 + \frac{V^2}{1000}} = \frac{8400}{2,4 + \frac{48^2}{1000}} = \frac{8400}{4,7} = 1800 \text{ t (einschl. Maschine),}$$

d. h. bei 48 km/Std. könnte eine Zuglast von etwa 1630 t hinter dem Tender befördert werden, was einer Leistung von 1500 PS$_e$ entspräche, dabei wird die Zugkraft nur 8400 kg betragen.

M. Richter-Bingen.

Kleinere Mitteilungen.

Ueber die selbstthätigen Zünder für Gasglühlichtbrenner[1]).

Die Entdeckung des Verhaltens eines Platinschwammes gegenüber Wasserstoff oder Alkohol wurde gegen 1823 von *Dobereiner* gemacht und die erste Herstellung derartiger Schwämme für Beleuchtungszwecke erfolgte zwischen den Jahren 1836 und 1839.

Im Jahre 1888 fand der Oesterreicher *Max Rosenfeld*, dass ein Platinfaden in einer gewissen Entfernung von einem Gasbrenner in Weissglut gerät, worauf er derartige Faden mit einem Platinschwamm kombinierte.

Duke stellte Versuche an mit einem Platinschwamm auf einer Unterlage von Asbest und später von Meerschaum. Er fertigte zuerst die Unterlagen an, legte sie dann in eine Lösung von Platinchlorid, trocknete sie und fixierte den metallischen Niederschlag durch Behandlung des Chlorids mit einem Reduktionsgas.

Sulzbach verwendete Thorit als Unterlage für das Platin, indem er dasselbe mit Platinchlorid und Thoriumnitrat mischte. Er imprägnierte mit dieser Lösung ein Gewebe und glühte dasselbe aus. Er erhielt hierdurch einen auf einem Platingewebe fixierten Stoff, dessen Enden sich zwischen dem Gas und der Luft befanden. Bei dem *Butzke*'schen Glühstrumpf befestigt man den Faden am oberen Ende des Strumpfes, bevor derselbe ausgebrannt wird; ein zum Entzünden dienender Iridiumfaden befindet sich ausserhalb des Strumpfes. Alle Systeme bestehen darin, dass der Platinschwamm zuerst erhitzt wird, worauf die Hitze auf den Platinfaden übertritt, der sich zwischen Gas und Luft befindet und die Entzündung des Gases sofort erfolgt. Der Platinschwamm überschreitet nicht die Rotglut, während der Faden weissglühend wird.

Taucht man einen derartigen Cylinder zum selbstthätigen Entzünden in Ammoniakgas, so verliert das Platina seinen Ueberzug von kondensiertem Sauerstoff, wodurch es momentan seine oxydierende Eigenschaft verliert; durch nachherige Erhitzung, durch welche das kondensierte Ammoniak entfernt wird, wird dieselbe wieder hervorgerufen und der Strumpf wird widerstandsfähiger gegen den Verlust seiner oxydierenden Eigenschaft.

Schwefelwasserstoff erzeugt dieselbe Wirkung, jedoch langsamer. Die durch Ammoniak oder Schwefelwasserstoff erzielte Wirkung kann mittels eines Stromes von Oelgas gesteigert werden und erhält der Strumpf sofort seine Eigenschaften, sobald derselbe 1½ bis 2 Minuten der Luft ausgesetzt worden ist; ein plötzliches Entziehen von Luft erzeugt oft dieselbe Wirkung.

Die während des Entzündens entstehende Temperatur ist so hoch, dass das Iridium selbst bis zu einer gewissen Grenze verdunstet; schwache Beimischungen anderer Metalle scheinen die Verdunstung des Iridiums zu verhindern. Es kommt jedoch oft vor, dass die Cylinder nach kurzer Zeit sich zu entzünden aufhören.

Eine neue Methode zum selbstthätigen Entzünden hat Dr. *Angelo Simonini* erfunden. Er benutzt hierzu Platinmohr, welches durch eine seltene Erde und eine Mischung von Glühstrumpfmasse verstärkt ist, und benutzt auf diese Weise die Eigenschaft des Glühstrumpfes, sich nochmals von selbst zu entzünden, wenn das Gas aufgedreht wird, während der Strumpf noch heiss ist. Zuerst entsteht eine glühende Stelle im oberen Teil des Strumpfes; dieselbe verbreitet sich nach unten und wird in der Mitte des Strumpfes stark leuchtend. Dies geschieht um so schneller, wenn

[1]) Nach dem *Journal des mines à gaz.*

der Gasstrom schwach ist, wobei die Entzündung fast plötzlich erfolgt. Ein frisch geglühter und sehr poröser Strumpf besitzt die oxydierenden Eigenschaften des Platinmohrs, welches er enthält, und entzündet sich infolgedessen ohne einen Leitungsfaden aus Platin oder Iridium.

Simonini benutzt diese Eigenschaft in einfacher Weise, indem er zwei Gewebe imprägniert und das eine über dem anderen anbringt. Das innere Gewebe enthält nach dem Ausglühen 60 % Platin und 40 % Thorit; das äussere 92 % Thorit, 4 % Cererit und 4 % Didym. Es entsteht dadurch nach dem Ausglühen ein Strumpf, welcher sich selbstthätig entzündet.

Es handelt sich nur darum, wie lange dieser Strumpf die Eigenschaft, sich selbstthätig zu entzünden, beibehält, und ob dabei nicht Verdichtungen von anderen Gasen oder Wasserdampf entstehen, welche den vorhergehenden Durchgang einer gewissen Gasmenge erfordern, oder das direkte Anzünden nötig machen.

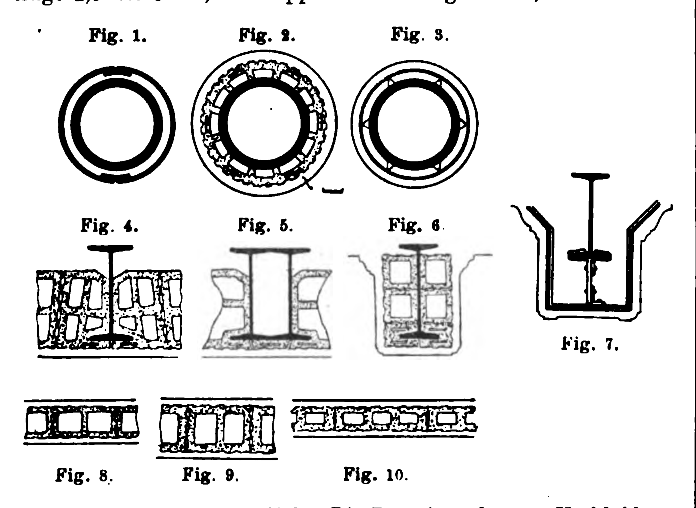
Schutz der Gebäude gegen Feuer in Amerika.

Einem in der *Deutschen Bauzeitung* vom New Yorker Architekten *Fritz Huberti* veröffentlichten Aufsatz über feuersichere Konstruktionen im amerikanischen Bauwesen entnehmen wir die nachfolgenden Mitteilungen.

Bei grösseren Bränden in New York hat sich bei den nach dem Stahlrahmensystem aufgeführten Gebäuden gezeigt, dass die nicht durch feuersicheres Material geschützten, tragenden Eisenteile schnell glühend werden und zusammenstürzen. Deshalb ist es das Bestreben der Architekten, möglichst feuerbeständige Verkleidungen für Säulen, Träger, Zwischenwände u. dgl. zu entwerfen, die auch der Einwirkung des Wasserstrahls der Dampfspritzen genügenden Widerstand entgegensetzen. So sind die gebräuchlichsten Schutzumhüllungen für gusseiserne oder aus Formstücken zusammengesetzte Säulen die folgenden:

1. Die eiserne Säule erhält eine zweite eiserne Umhüllung (Fig. 1), welche bis zu einer Höhe von 3 bis 4 m in einer Stärke von 1,3 bis 2 cm gegossen ist. Zwischen der inneren und der äusseren Säule verbleibt ein Luftraum von mindestens 2,5 cm. Durch dies Verfahren wird selbst bei dem Glühendwerden der äusseren Umhüllung durch die umgebende Luftschicht ein Zusammenbrechen der tragenden Säule auf geraume Zeit verhindert.

2. Die Säule erhält eine Umhüllung von gebranntem Thon (Terracotta). Die betreffenden Steine sind in Segmentstücken, entsprechend der Grösse der Säule, geformt und unter sich mit kleinen Stahlankern verbunden (Fig. 2). Die Verankerung soll ein Auseinanderfallen der einzelnen Stücke infolge der Ausdehnung bei grosser Hitze verhüten. Die Terracottaumkleidung ist im Inneren mit Rippen versehen, so dass gleichfalls ein die Säule umgebender Luftraum hergestellt wird. Die Stärke beträgt 2,5 bis 5 cm, die Rippen stehen ungefähr 2,5 cm vor und


Fig. 1. Fig. 2. Fig. 3. Fig. 4. Fig. 5. Fig. 6. Fig. 7. Fig. 8. Fig. 9. Fig. 10.

sind selbst 2,5 bis 3 cm dick. Die Porosität des zur Umkleidung dienenden Thones wird dadurch erzielt, dass man den Thon vor dem Brennen mit Sägmehl mischt. Dadurch entstehen im Thon selbst Lufträume und zugleich wird verhütet, dass derselbe zu vollständiger Härte gebrannt wird. Das so erzeugte Schutzmaterial ist feuersicher und gestattet ausserdem, dass zur Befestigung von Thür- und Fensterverkleidungen Nägel eingetrieben werden können. Um das Anhaften des Bewurfs zu erleichtern, sind diese Schutzsteine an der Aussenseite gerippt.

3. Man umhüllt die Säulen unter Anordnung eines Luftraumes von mindestens 2,5 cm mit Stahldrahtgeflecht oder durchbrochenem Stahlblech. Auf beide wird unmittelbar der Bewurf aufgetragen (Fig. 3). Das Befestigen der Umhüllung auf den Säulen erfolgt in mannigfachster Weise und bedarf keiner näheren Erläuterung.

Bei Trägern sind ähnliche Arten der Verkleidung üblich. Sie werden, wie die Fig. 4 und 5 zeigen, in Verbindung mit den als scheitrechte Bögen hergestellten Zwischenkonstruktionen, teils, wie Fig. 6 zeigt, für sich in eine feuersichere Umhüllung aus Terracotta eingeschlossen oder es werden, wie in Fig. 7, die Träger mit Stahlgewebe oder durchbrochenem Stahlblech umgeben, das einem Putzbewurf als Grundlage dient.

Feuersichere, als Begrenzung von Aufzugsschachten, Ventilationskaminen oder zur Abtrennung innerhalb einzelner Räume dienende Zwischenwände werden vielfach aus gleichartigen Terracotten gebildet, wie die vorher erwähnten Umkleidungssteine und zwar in einer Stärke von 7,4 bis 15,4 cm (Fig. 8 und 9). Bei sehr geringer Stärke werden sie durch Bandeisen versteift (Fig. 10).

Man stellt aber auch Wände aus Winkel- oder T-Eisen her, welche in einer Entfernung von 30,5 bis 40 cm angeordnet und auf beiden Seiten mit Stahlgeflecht oder durchbrochenem Stahlblech bekleidet werden; auf diese Bekleidung wird dann der Putzbewurf aufgetragen.

Die Verkleidung eiserner Säulen an Strassenfronten mittels Granit oder Marmor hat sich bei grossem Feuer als wenig widerstandsfähig erwiesen, da sie, besonders unter Einwirkung des Wassers der Spritzen, leicht springt und abfällt. *-h.*

Bücherschau.

Handbuch des Telegraphendienstes der Eisenbahnen. Von Ingenieur *A. Prasch.* Zweite Auflage. Wien, Pest, Leipzig 1899. A. Hartleben's Verlag.

Wenn ein Unterrichtsbuch, das nichts weiter sein will als ein solches, mehrere Auflagen erlebt, so darf dieser Umstand wohl als der stichhaltigste Beweis dafür angesehen werden, dass das Buch seiner Aufgabe durchaus gerecht geworden ist. Dies gilt im besonderen Masse von der vorgenannten Druckschrift, welche dem Umstande Rechnung trägt, dass eine grosse Zahl der im äusseren Dienste der Eisenbahnen verwendeten Beamten und Diener das Telegraphieren praktisch auszuüben haben, ohne mit den zum Verständnisse der betreffenden Einrichtungen mehr oder minder erforderlichen theoretischen Vorkenntnissen genügend vertraut zu sein. Die Erfordernisse dieses Dienstes an sich oder auch die von vielen Eisenbahnen eingeführten Telegraphenprüfungen zwingen aber die betreffenden Anwärter, dafür vergessenes Wissen wieder aufzufrischen oder sich überhaupt angemessen zu unterrichten. Gerade in dieser Richtung vermag nun das *Prasch*'sche Buch als wertvoller Behelf zu dienen. Bereits in der ersten Auflage war es dem Autor gelungen, die Grundgesetze der magnetischen und elektrischen Erscheinungen, auf welchen die elektrischen Telegraphen und Signaleinrichtungen der Eisenbahnen aufgebaut sind, in leichtfasslicher, klarster Form darzulegen und über die Einflüsse, welchen die genannten Anlagen unterworfen sind, sowie über deren Bekämpfung ebenso übersichtliche Anleitungen zu geben. Diese belehrende Form und klare Darstellung der ersten Auflage findet sich auch in der neuen ungeschmälert wieder, wenngleich insofern eine Umarbeitung stattgefunden hat, als alles Veraltete ausgeschieden und dafür manches, was nach den seitherigen Erfahrungen nachgetragen zu werden verdiente, neu aufgenommen wurde. Die Schrift umfasst auf 208 Druckseiten Kapitel über Magnetismus und Elektrizität, über die Prinzipien der elektrischen Eisenbahntelegraphen, der zugehörigen galvanischen Elemente und Leitungen, über die Einrichtung der *Morse*'schen Telegraphen, die Anordnung der diesfälligen Stromläufe und die Behandlung der zugehörigen Apparate nebst Stromquellen, und endlich über die beim Telegraphenbetriebe vorkommenden Störungen. Der Lehrwert dieses reichlichen Textes ist durch 143 sehr hübsche korrekte Holzschnitte und eine Schematafel trefflich erhöht. Das Buch kann in der That namentlich denjenigen, welche einen Unterrichtskurs für Eisenbahntelegraphie besuchen, als Hilfsbuch, sowie überhaupt allen subalternen Dienstanwärtern, welche sich für die Telegraphenprüfung bei Eisenbahnen vorzubereiten haben und allen sonstigen Interessenten des Gegenstandes auch für den Selbstunterricht bestens empfohlen werden.

Um eine Wiederholung der bisher üblich gewesenen Vierteljahresregister im Jahresregister zu vermeiden und um mehr Raum für Aufsätze und Mitteilungen zu gewinnen, haben Verlagsbuchhandlung und Schriftleitung es für zweckmässig gefunden, den laufenden Jahrgang in **einem Bande** mit 52 Wochenheften und nur mit **einem Jahresregister** erscheinen zu lassen.

Arnold Bergsträsser Verlagsbuchhandlung (A. Kröner) Stuttgart.
Druck der Union Deutsche Verlagsgesellschaft ebendaselbst.



DINGLERS
POLYTECHNISCHES JOURNAL.

81. Jahrg., Bd. 315, Heft 14. **Stuttgart, 7. April 1900.**

Jährlich 52 Hefte in Quart. **Abonnementspreis** vierteljährlich 6 M., direkt franko unter Kreuzband für Deutschland und Oesterreich 6 M. 65 Pf., für das Ausland 7 M. 30 Pf. Redaktionelle Sendungen und Mitteilungen bittet man zu richten: An die Redaktion von „Dinglers Polytechn. Journal" in Stuttgart, die Expedition betreffende Schreiben an Arnold Bergsträsser Verlagsbuchhandlung (A. Kröner) Stuttgart.



Bericht über verschiedene Bauausführungen der Pariser Weltausstellung.

(Fortsetzung von S. 181 d. Bd.)

IV. Das grosse und kleine Palais der schönen Künste.

Wie nach allen bedeutenden Weltausstellungen, so sollen auch nach der diesjährigen einige der vorzüglichsten Ausstellungsbauwerke dauernd erhalten bleiben, um späterhin dieser oder jener öffentlichen Verwendung gewidmet zu werden. Hierher zählen seitens der im laufenden Jahre sich abwickelnden Weltausstellung in Paris u. a. die beiden Palais, welche in den *Champs Elysées* an der neuangelegten *Avenue Nicolas II.* erbaut worden sind. Letztere liegt genau in der Verlängerung der *Esplanade des Invalides*, mit welcher sie durch die neuerbaute, ebenfalls erst in Vollendung begriffene Seinebrücke *Alexander III.* in Verbindung steht. Gegen die Seine hin zieht die *Avenue Nicolas II.*, links von der *Avenue Champs Elysées* abzweigend, fast genau von Norden nach Süden; hier steht von den beiden eingangs genannten Ausstellungsgebäuden das ausgedehntere, sogen. „*grosse Palais*" an der rechten Seite, mit seiner Rückfront der *Avenue d'Antin* zugekehrt, während das zweite, seiner geringeren Abmessungen wegen kurzweg als das „*kleine*" bezeichnete Palais dem grossen direkt gegenüber, links an der neuen Avenue liegt, und seine Hinterseite den Parkanlagen zuwendet, die sich gegen die *Place de la Concorde* hin ausbreiten. Diese beiden Gebäude sind also von den übrigen Teilen der Ausstellung gewissermassen abgetrennt und werden während des Verlaufes der Ausstellung alles zu beherbergen haben, was nur immer aus dem Gebiete der schönen Künste zur Anschauung gebracht wird. Dabei ist das *grosse Palais* bestimmt, die Kunstleistungen aus dem eben verfliessenden Jahrhundert und in erster Linie die *modernen* Bildwerke und Skulpturen in seinen weiten Räumen unterzubringen, während das *kleine Palais* alle älteren hervorragenden *kunstgewerblichen* Erzeugnisse aufnehmen soll, so dass sein Inhalt die allgemeine Kunstgeschichte von der prähistorischen Zeit bis zu Ende des 18. Jahrhunderts illustrieren wird.

Wie sich aus dem Grundrisse des *grossen Palais* (Fig. 53 und 54) ersehen lässt, besteht dasselbe aus zwei nicht parallelen Haupttrakten, die durch einen Mitteltrakt untereinander in Verbindung gebracht sind. Der vordere, d. i. der der *Avenue Nicolas II.* zugekehrte Haupttrakt besitzt eine Gesamtlänge von 236,56 m und, ungerechnet den Vorsprung des Vestibüls, eine Breite von 88 m; derselbe umschliesst eine aus Glas und Stahl hergestellte, 208,90 m lange, 56,75 m breite, 36,95 m hohe Halle, deren riesige Ausdehnung noch durch einen im rechten Winkel anschliessenden, in den Verbindungstrakt eingebauten Flügel von 56,75 m Breite und 37,50 m Tiefe vermehrt wird. Nach allen drei Enden hin schliessen die Hallenschiffe mit monumentalen Stiegen ab, während ihre riesigen Bogendecken in der Mitte der Halle, wo sie zusammentreffen, zu einem flachen Kuppelbau ausgebildet sind; das Gesamtbild des Halleninneren wird sich sonach ganz ausserordentlich wirkungsvoll gestalten. Den Haupteingang zur Halle bildet ein von zwei je 14,50 m breiten, 17,00 m hohen Pylonen flankierter, von vier 12,00 m hohen dorischen Doppelsäulen getragener Portikus, der 7 m über die Flucht der Hauptfront heraustritt und ein 34,5 m breites, 12,00 m tiefes Vestibül bildet, an das im Halleninneren rechts und links breite, zwölfstufige Treppen anschliessen, die den Aufstieg vom Hallenniveau in die 2 m höher liegenden Galerien des Erdgeschosses ermöglichen. Die Sohle der Halle und des Vestibüls liegt 2,50 m höher als das Strassenniveau und wird am Portikus einerseits durch eine 36 m breite, zwölfstufige Perronstiege oder andererseits durch eine zweiflügelige Auffahrtrampe erreicht. In den beiden Pylonen, deren Fassade durch je vier 12 m hohe jonische Säulen und reiche Skulpturen geschmückt und die zu oberst durch monumentale plastische Gruppen abgekrönt sind, befinden sich gleichfalls Prachtstiegen, die zu den oberen Galerien führen. Zu diesen Treppen kann man sowohl vom Vestibül, als auch von der Auffahrtrampe aus durch je eine Thür gelangen; an den letzteren dienen sechs Vorlegstufen zur Gewinnung des Hallenniveau und je zwölf weitere Stufen vermitteln für sämtliche vier Eingänge die Erreichung des eigentlichen Erdgeschosses. Die anschliessende Stiege zu den Galerien des ersten Stockwerkes, das um 7 m höher liegt, ist im ersten Teile einarmig mit 20 Stufen, verzweigt sich jedoch dann von einem breiten Treppenabsatze aus in zwei Arme mit je 24 Stufen.

Rechts und links vom Portikus ist die Fassade aus je einer 12 m hohen Kolonnade gebildet, die an den Gebäudeenden durch Ecktürme abgeschlossen wird. Diese beiden von je 14 einzelnen, 8,50 m hohen dorischen Säulen getragenen Kolonnaden stehen 5 m vor der eigentlichen Hauptmauer, wodurch zwei offene Wandelbahnen von je 62 m Länge gewonnen sind, die mit der anstossenden Galerie des Erdgeschosses unmittelbar und durch die verschiedenen Stiegen mit der Halle und allen übrigen Teilen des Palastes in Verbindung stehen. Um in die langen Säulenreihen mehr Leben und Abwechselung zu bringen, sind in einer Anzahl Zwischenfeldern auf dem Parapet des Säulensockels monumentale, plastische Kunstwerke, nämlich Gruppenstatuen aufgestellt, und diese Felder auch noch durch zwei gigantische Urnen gekennzeichnet, die über dem Fries der Kolonnade in der Achse der beiden Säulen stehen, welche das statuengeschmückte Feld begrenzen. In dieser Weise ist von den 15 Feldern jeder Kolonnade, wie dies auch in Fig. 53 und 54 angedeutet erscheint, das 2., 6., 10. und 14. Feld mit einem grossen Bildhauerwerke geziert. Die vier Ecktürme des vorderen Gebäudetraktes haben äusserlich wieder die Form eines Portikus mit einem Rundbogenthor, das rechts und links durch abgeschrägte Pylonen und je zwei dorischen Säulen flankiert wird. Dieses Thor ist an dreien der Ecktürme durch eine Balustrade als Loggia ausgebildet und nur an der der *Seine* zugekehrten Seite der vorderen Hauptfassade als richtige Eingangspforte ausgeführt, zu welcher eine vorgelegte, prächtige Perrontreppe emporführt. Das Innere der vier Ecktürme bildet ein regelmässiges Sechseck, in welchem die Decke des ersten Stockwerkes, um den Blick aus dem Obergeschoss ins Erdgeschoss zu gestatten, kreisförmig offen gelassen ist. Die beiden Seitenfassaden des

Vordertraktes sind bogenförmig ausgebaut, haben innerhalb der Ecktürme je 10 Fenster und in der Mitte ein monumentales mit Säulenschmuck ausgestattetes Thor, von dessen Flur aus zweiarmige Freitreppen in die Erdgeschossgalerie führen. Die äussere Durchführung ist natürlich in voller Uebereinstimmung mit der Vorderfront in dem römisch-

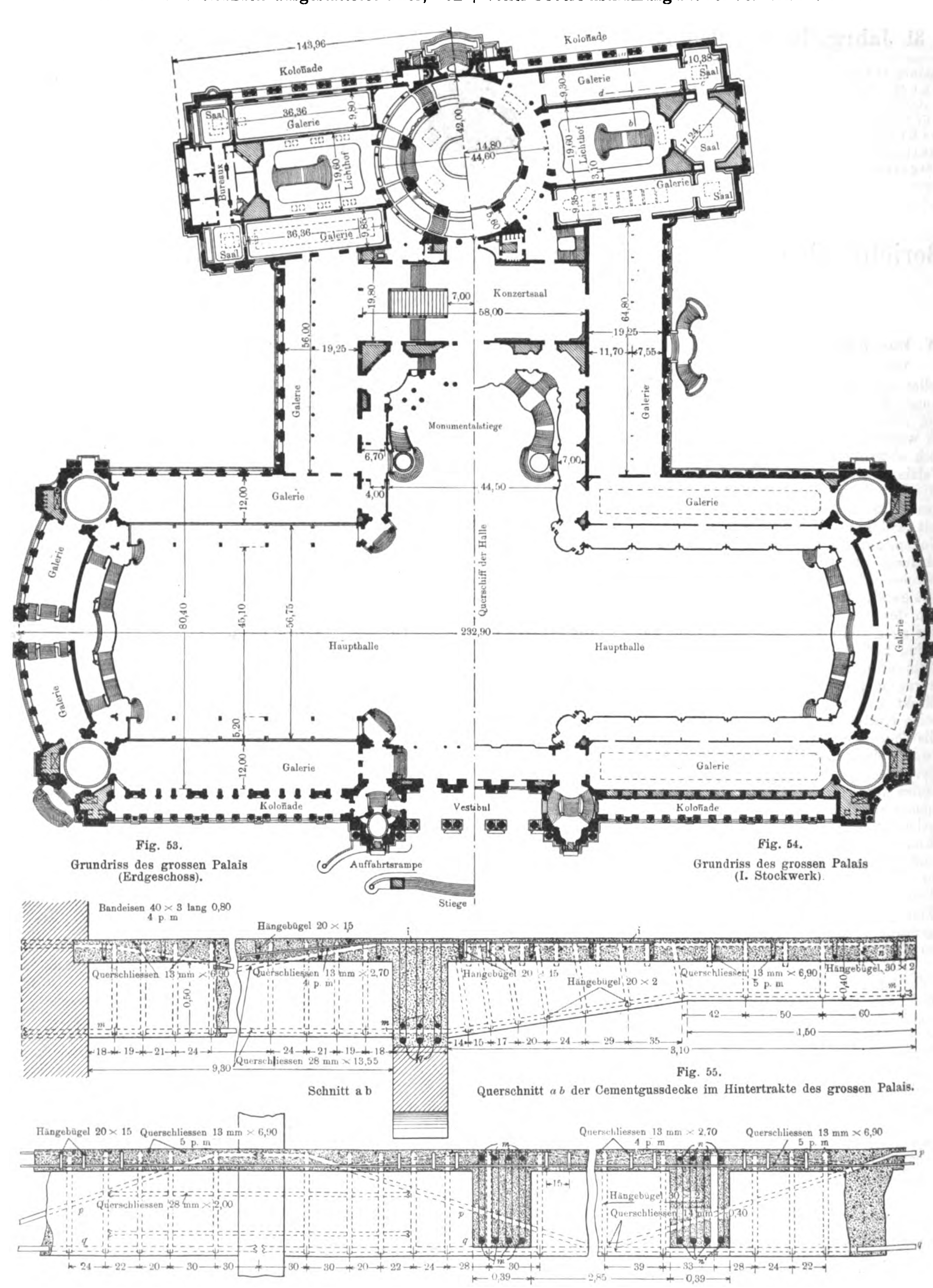


Fig. 53. Grundriss des grossen Palais (Erdgeschoss).

Fig. 54. Grundriss des grossen Palais (I. Stockwerk).

Fig. 55. Querschnitt *a b* der Cementgussdecke im Hintertrakte des grossen Palais.

Fig. 56. Querschnitt *c d* der Cementgussdecke im Hintertrakte des grossen Palais.

griechischen Mischstil des letzteren gehalten, jedoch ohne Kolonnade. Das Gleiche gilt auch hinsichtlich der beiden siebenfenstrigen Rückseiten des Vordertraktes.

Was die Galerien anbelangt, die die grosse Halle umgrenzen, so ist es wohl kaum nötig hervorzuheben, dass dieselben im ersten Stockwerke ganz ebenso verlaufen, wie im Erdgeschoss, und dass sich dieser Grundsatz übrigens auch auf die Galerien der zwei anderen Gebäudetrakte erstreckt, die zudem alle in gleichem Niveau liegen, und untereinander von Trakt zu Trakt durch weite Wandöffnungen in Verbindung stehen. Letztere können ebensowohl abgemauert oder sonstwie verschlossen werden, wenn sich während der Ausstellung oder späterhin das Bedürfnis herausstellen würde, einen oder den anderen oder etwa auch sämtliche drei Gebäudeflügel des *grossen Palais* getrennt für sich in Verwendung zu nehmen, für welchen möglichen Fall auch schon durch die vorhandenen Eingänge und Stiegen reichlich vorgesehen ist. Von den Galerien des Vordertraktes sind die des ersten Stockwerkes durch Oberlicht beleuchtet, das durch das Glasdach der Nebenschiffe der grossen Halle gewonnen wird, während jene des Erdgeschosses nur seitliche Fensterbeleuchtung haben. In dieser Beziehung sind natürlich die zwei Erdgeschossgalerien, welche an die Kolonnade grenzen, wesentlich benachteiligt, so dass voraussichtlich ihre Beleuchtung viel zu wünschen übrig lassen wird. Unterhalb der Galerien und Kolonnaden des ganzen Vordertraktes erstrecken sich Halbkellergeschosse; von den auf diese Weise entstandenen vier halbunterirdischen Räumen sind die zwei gegenüberliegenden durch einen Tunnel in Verbindung gebracht, der von der betreffenden Pylone des Portikus der Vorderfront ausgehend im rechten Winkel die Halle unterquert.

Da infolge der Konvergenz der *Avenue Nicolas II.* und der *Avenue d'Antin* der der letzteren zugekehrte, kleine rückwärtige Trakt mit dem grossen Vordertrakte nicht parallel angeordnet werden konnte, so sind auch die beiden Fronten des verbindenden Mitteltraktes, der eine Breite von 98 m und eine mittlere Tiefe von 60,40 m besitzt, nicht gleich lang. Dieser Mangel an Symmetrie ist jedoch äusserlich vollständig unauffällig und vermag den Eindruck der beiden Seitenansichten des Palais um so weniger zu stören, als dieselben durch den Baumstand der ziemlich nahe heranreichenden Parkanlagen immer mehr oder weniger gedeckt sind. Aber auch im Inneren ist der Abgang der Symmetrie nirgends zu bemerken, weil man die Zwickelräume sehr geschickt für Garderoben, Klosets, Diensttreppen und ähnliche Nebenzwecke auszunutzen verstand. In der Mitte der 65,80 m langen Fassade des Verbindungstraktes, die den *Champs Elysées* zugekehrt ist, befindet sich ein Haupteingang, zu dem von der neben dem Gebäude hinlaufenden Parkstrasse eine breite Doppelstiege hinaufführt. Unter den beiden parallelen Galerien des Mitteltraktes, wovon die südliche 56 m lang und 19,25 m breit, und die nördliche ebenso breit und 64,80 m lang ist, sowie unter dem ausgemauerten, 58 m breiten, 19,80 m tiefen Gebäudeteil, der zwischen dem eingebauten Hallenflügel und dem der *Avenue d'Antin* zugekehrten Trakte liegt, befindet sich wieder ein Halbkellergeschoss, in welchem, gleichwie in den schon früher erwähnten Untergeschossen des Vordertraktes, verschiedene Wohnungen für die Hausbediensteten, Geschäftszimmer, Werkstätten, Magazine, Packräume, Heiz- und Beleuchtungszentralen, sowie namentlich ausgedehnte Stallungen untergebracht sein werden. Um diese für ein den schönen Künsten gewidmetes Gebäude etwas entfremdende Einrichtung von Stallungen zu verstehen, muss man sich darauf erinnern, dass das *„grosse Palais"* späterhin zu den verschiedensten Ausstellungen Verwendung finden soll, also auch für Pferde- oder sonstige Tierausstellungen, gleichwie es bisher in dem von der Ausstellung 1856 stehen gebliebenen *Palais de l'Industrie* der Fall war, das der diesjährigen Ausstellung zum Opfer fiel und auf dessen Stelle jetzt ein Teil des neuerbauten *„grossen Palais"* sich erhebt. Die im Hallenflügel errichtete monumentale Stiege führt unmittelbar ins erste Stockwerk und zwar in einen 58 m langen, 19 m breiten Saal, der für die Weltausstellung durch Zwischenwände vorläufig in eine Reihe kleiner Räume geteilt ist, späterhin aber in seiner vollen Ausdehnung für Konzerte und ähnliche Veranstaltungen benutzt werden soll.

Der dritte Trakt steht hinsichtlich seines Aeusseren wieder in vollem Einklange mit dem Vordertrakte, nicht nur was die Seitenfassaden, sondern auch was die der *Avenue d'Antin* zugekehrten Fassade anbelangt, welch letztere sich von der Hauptfassade des Vordertraktes im wesentlichen nur dadurch unterscheidet, dass die jonische Kolonnade aus Doppelsäulen gebildet ist. Im ganzen hat der in Rede stehende, ein rechtwinkliges Viereck bildende Trakt eine Länge von 143,96 m und eine Breite von 42 m ohne Kolonnade, die gegen die Hauptmauer um 3 m vorspringt. Auch die innere Anordnung entspricht insofern derjenigen des grossen Traktes, als der Hofraum durch eine aus Stahl und Glas hergestellte Halle überspannt ist, die ringsum von ummauerten Aussenräumen eingefasst wird. Die Mitte der Halle ist zu einer elliptischen Rotunde ausgebildet, an deren äusseren Peripherie sich zwei symmetrisch angeordnete, monumentale Stiegenanlagen befinden, zu denen man unmittelbar nach Passierung der Vortreppe und des Eingangsthores gelangt. Siebzehn Stufen führen hier zuförderst in das Erdgeschoss (vgl. Fig. 53), wo sich der breite Treppenabsatz in zwei Arme verzweigt, die dann mittels weiterer 17 Stufen, rechts wie links das erste Stockwerk erreichen. Ganz dieselbe Stiege und Anordnung findet sich auch an der anderen Seite der Flur. Das aus acht Pylonen gebildete Innere der 44 m langen und 42 m breiten Rotunde trägt eine Kuppel von 29,60 m Länge und 28,25 m Breite; an die Rotunde schliessen sich die Lichthöfe oder Hallenschiffe an, die zwischen vier 9,80 m breiten, 36,85 m langen, vorwiegend zum Ausstellen von Gemälden bestimmten Galerien liegen, und an den beiden Gebäudeenden durch je zwei kleinere und einem grösseren Saale abgegrenzt werden. Diese Räume sind im ersten Stockwerke durch Oberlicht erhellt, im Erdgeschoss hingegen überall, wo dies möglich war, durch Fenster, sonst aber durch das Licht der Höfe, welches auf jeder Gebäudeseite durch einen 14,50 m breiten und 23 m langen Ausschnitt der Decke des Erdgeschosses nach abwärts gelangt. An jeder dieser Deckenöffnungen befindet sich eine Freitreppe, welche von der Sohle der Hallenschiffe, d. i. der Lichthöfe, direkt in das erste Stockwerk führt. Die Hauptzierde der der *Avenue d'Antin* zugewendeten Fassade besteht aus dem von je zwei jonischen Doppelsäulen flankierten, 5 m vorspringenden, 28 m breiten Portikus, zu dem eine prächtige, in zwei Absätzen geteilte Vortreppe mit 3 und 14 Stufen emporführt. Die sich rechts und links anschliessenden, aus je sechs Doppelsäulen gebildeten Kolonnaden sind an den beiden Gebäudeenden durch reichverzierte Pylonen oder vielmehr Ecktürme abgegrenzt, die sich auch auf den anderen zwei Ecken des Gebäudes wiederfinden. In den beiden einfach gehaltenen Seitenfronten ist es ein kräftiges Risalit, das die Flucht lebendiger gestaltet.

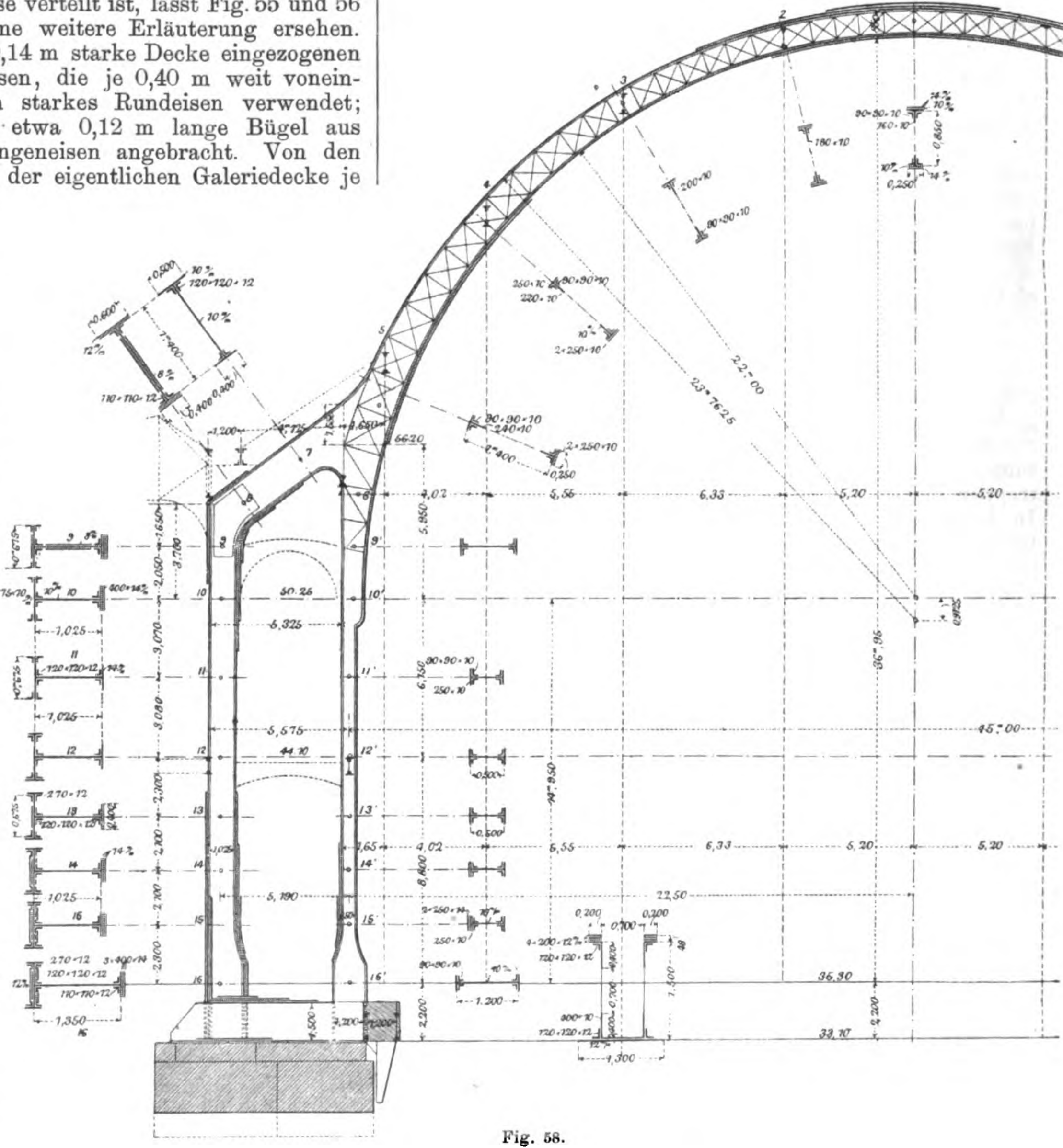
Bei der Bauausführung des in Rede stehenden Traktes spielt die Verwendung gegossenen, armierten Mauerwerkes eine ganz hervorragende Rolle, indem sämtliche Decken der Galerien, der Säle und der Rotunde, sowie die Stiegen daraus hergestellt wurden. Das eiserne Verstärkungsgerippe für diese Cementdecken besteht aus einer den Spannweiten angepassten Anzahl parallel laufender, teilweise wie Sprengwerke, teilweise wie Hängewerke angeordneter oder auch einfach wagerecht eingelegter Schliessen aus Rundeisen, die in den Umfassungsmauern verankert eingemauert sind. Auf diesen Rundeisen, welche stellenweise wieder durch ähnliche Querschliessen verbunden werden, hängen innerhalb bestimmter Absätze längere oder kürzere Bügel aus Stangen-, Band- oder Reifeisen, deren ausgebogene Enden zur Sicherung der Verbindung zwischen Eisengerippe und Cementguss wesentlich beitragen. Fig. 55 zeigt beispielsweise den Querschnitt der Decke, welche die Galerie des Erdgeschosses und das erste Stockwerk trennt, und in Fig. 54 mit *a b* bezeichnet ist. Aus Fig. 55 lässt sich zugleich die Rippe der Galerie nebst der in den Lichthof reichenden Balkonkonsole ersehen, welche in lichten Abständen von je 2,85 m die Tragkraft der Decke verstärken und überall eine Breite von 0,39 m besitzen. Oberhalb bezw. innerhalb der Galerie des Erdgeschosses haben

diese Rippen durchweg die Höhe von 0,50 m, unter dem 3,10 m breiten, frei tragenden Balkon erhalten sie jedoch die Form einer Konsole, indem die Höhe von 0,50 m in-

Fig. 57.
Querschnitt des Hauptschiffes der Halle.

nerhalb einer Entfernung von 1,60 m um 0,10 m abnimmt und für die weiteren 1,50 m bis zum Balkonrande nur mehr 0,40 m beträgt. In welcher Weise das verstärkende Eisengeripppe in der Cementmasse verteilt ist, lässt Fig. 55 und 56 der Hauptsache nach ohne weitere Erläuterung ersehen. Für die lediglich in die 0,14 m starke Decke eingezogenen wagerechten Längsschliessen, die je 0,40 m weit voneinander liegen, ist 13 mm starkes Rundeisen verwendet; auf den Schliessen sind etwa 0,12 m lange Bügel aus 20×15 mm starken Stangeneisen angebracht. Von den letzteren befinden sich in der eigentlichen Galeriedecke je vier Stück und in der Balkondecke je fünf Stück im laufenden Meter. Eine weitere Verbindung von der Galeriedecke zur Balkondecke wird durch abgebogene Schliessen *i i* gewonnen, die gleichfalls aus 13 mm starken, an den Enden schwalbenschwanzförmig gespaltenen Rundeisen bestehen und 0,25 m weit voneinander, normal auf die Längsachse der Galerie verlegt sind. Die Armierung der Rippe besteht zuförderst aus vier in der Hauptmauer verankerten, je 0,10 m voneinander entfernt liegenden, parallelen Fussschliessen *m*, die sich in der Konsole der Kontur entsprechend fortsetzen und unter dem Balkonrande schwalbenschwanzartig endigen. Genau darüber sind vier weitere Querschliessen *n* angeordnet, welche innerhalb der Galerierippe hängewerkartig, in der Konsole aber einfach wagerecht verlaufen. Von diesen acht aus 28 mm starken Rundeisen hergestellten Schliessen stehen die übereinander liegenden Paare durch Bügel aus 30×2 mm starken Reifeisen in Verbindung, die in der Galerierippe in Abständen zwischen 0,16 und 0,24 m und in der Balkonkonsole in solchen zwischen 0,14 bis 0,60 m voneinander verteilt sind. In Fig. 56 ist der Längsschnitt *c d* (Fig. 54) der Galerie dargestellt und zugleich jener Teil der Decke ersichtlich, welcher die auf der im Erdgeschosse zwischen Galerie und Balkon vorhandenen Scheidemauer ruhende Haupttragrippe bildet. Sämtliche stärkeren oder schwächeren Längs- und Querschliessen, sowie die kurzen und langen Bügel bestehen wieder aus den schon früher angeführten Eisensorten. Auch haben dieselben Hauptschliessen, deren Anbringung und Verteilung sich aus der Abbildung ohne weiteres ersehen lässt, in Fig. 56 die nämliche Buchstabenbezeichnung wie in Fig. 55.

Alle aus armiertem Cementmauerwerk hergestellten Stiegen und Decken sind natürlich den sorgfältigsten Festigkeitsproben unterzogen worden und hat man hierbei je nach der möglichen äussersten Ausnutzung Belastungen von 500, 750 und 1000 kg pro Quadratmeter in Anwendung gebracht, für welchen Zweck mit Sand gefüllte, 1 m lange Säcke von je 50 kg Gewicht zur Verfügung standen. Bei den engeren Proben wurden die besagten Belastungen sowohl gleichmässig verteilt angewendet oder lediglich auf den Gurtenmitten oder im Feldmittel zwischen zwei Gurten (Rippen) u. s. w. angebracht, und waren in dieser Richtung den Bauunternehmungen genaue, strenge Bedingungen auf-


Fig. 58.
Querschnitt der Konstruktion des Hallengesperres.

erlegt. Bei den mit 500 kg pro Quadratmeter vollzogenen Belastungsproben der Decke (Fig. 55 und 56) wurde beispielsweise nach 24stündiger Einwirkung der in der Mitte des Feldes hinterlegten Last eine vorübergehende Einsenkung von 2,4 mm und eine bleibende Einsenkung von 0,5 mm festgestellt. Bei derselben Belastung des Balkonrandes ergab sich eine Senkung von 1,9 mm am Rande und eine Erhöhung von 0,7 mm in der Mitte des Balkons, so dass die thatsächliche Senkung sich auf 1,2 mm belief. Bei einer Probe des Rundganges zwischen zwei Pfeilern der Rotunde, wo eine Belastung von 1000 kg pro Quadratmeter angewendet wurde, betrug die vorübergehende Senkung 3,7 mm und die bleibende 0,4 mm.

Gleichwie in den soeben angeführten Beispielen sind auch sonst in keinem einzigen Falle hinsichtlich der Deckeneinbiegungen und bleibenden Senkungen irgendwie Ueberschreitungen der Baubedingungen zu Tage getreten, sondern dieselben blieben vielmehr in der Regel weit innerhalb der aufgegebenen bezw. erforderlichen Sicherheitsgrenzen, so dass der mit dem armierten Cementgussmauerwerk beim *„grossen Palais“* erzielte Erfolg vorläufig geradezu als ein glänzender angesehen werden darf.

Als eine ganz ausserordentliche Leistung aus dem Gebiete der modernen Hochbaukonstruktionen ist die Ausstellungshalle im Vordertrakte des *„grossen Palais“* anzusehen, deren Detailausarbeitung und Trägerquerschnittberechnung nach vorausgegangener Feststellung des Lageplanes und der hauptsächlichsten Höhenabmessungen dem Konstruktionsbureau der hervorragenden Pariser Firma *Moisant, Laurent, Savey und Co.* aufgegeben worden war. Für die Bauausführung selbst hatten später drei Unternehmungen günstige Angebote gestellt, nämlich neben der eben genannten noch die Firma *Daydé, Pillé und Co.* und die *Société de Ponts et Travaux en fer.* Um keine dieser Firmen zurückzulassen, und wohl auch um eine beschleunigte Arbeitsdurchführung zu ermöglichen, wurde die Gesamthalle in drei Teile geteilt und die letzteren sodann verlost. Auf diesem Wege ist der linke Flügel des Hauptschiffes der grossen Halle der zuerst angeführten Firma, das Querschiff der zweitgenannten und der linke Hauptschiffflügel der zuletzt bezeichneten Firma zur Ausführung zugefallen. Die schon aus Fig. 53 und 54 ersichtlich gewesenen Ausmasse der Hallenweiten sind im Querschnitte des Hauptschiffes (Fig. 57) des näheren gekennzeichnet, ebenso wie die Höhenverhältnisse. Die innere Spannweite der Hallengespärre, welche aus 9 bis 12 mm starken Stahlblechen hergestellt und in Abständen von je 12 m voneinander aufgestellt sind, beträgt 45 m, die äussere Spannweite 56,75 m, und die Höhe von der Hallensohle bis zum Bogenscheitel 36,95 m. Die behufs Verteilung des Druckes auf Betonblöcke gestellten Doppelpfeiler haben von der Hallensohle bis zum Bogenanlauf eine Höhe von 14,95 m und stützen einen Fachwerksbogenträger, der im ersten Sechstel der Ueberspannung den Radius von 23,7625 m besitzt, dann aber durch einen Scheitelbogen von 22,00 m Halbmesser abgeschlossen wird, dessen Mittelpunkt in der Hallenachse um 0,9125 m höher liegt, als der des Anlaufbogens. Die Trägerwölbung erhält auf diese Weise eine Verflachung von 85 cm, welche natürlich in Anbetracht der riesigen Spannweite und Höhe der Halle nicht wahrnehmbar ist, und die Decke lediglich vollkommen halbkreisförmig erscheinen lässt. In Fig. 57 sind auch die für bestimmte Querschnitte berechneten, äussersten Belastungen durch die mit *kg* bezeichneten Ziffern in Kilogramm ausgewiesen, und in Fig. 58, wo das halbe Gespärre in vergrössertem Massstabe dargestellt wird, sind die Querschnitte der verschiedenen Konstruktionsteile sowohl ihrer Form und Anordnung als ihren Abmessungen nach näher ersichtlich gemacht. Die sämtlichen Pfeiler erhalten reich verzierte, im Stile der Fassaden durchgeführte Betonverkleidungen, so dass die Hallenenfiladen einen in der That prächtigen Anblick gewähren werden; nichtsdestoweniger lässt sich ein gewisses Bedauern nicht verwinden, wenn man überlegt, welche Menge interessanter Lösungen und bewunderungswerter Durchführungen der Konstrukteure hierdurch der weiteren Beobachtung und Würdigung entzogen wird.

Fig. 60.

Fig. 59.

Fig. 59. Montagegerüste für das Hauptschiff der Halle (Vorderansicht). Fig. 60. (Seitenansicht).

Anlässlich der Herstellung des linksseitigen Schiffes der Haupthalle scheinen für die Montage keine anderen Hilfsmittel angewendet worden zu sein, als die gewöhnlichen fahrbaren Holzgerüste und durch Dampflokomobilen betriebene Winden und Krane bekannter Anordnung. Auf der anderen Seite der genannten Halle sind aber seitens der Firma *Moisant, Laurent, Savey und Co.* sehr vereinfachte Montagegerüste angewendet worden, die sich vermöge ihrer sinnreichen Anordnung vorzüglich bewährt haben, indem sie nicht nur ein stetiges, rasches Fortschreiten der Arbeiten ermöglichen, sondern dieselben auch wirtschaftlich günstig gestalten. Die betreffenden Gerüstanlagen (Fig. 59 und 60) bestehen aus drei Teilen, nämlich aus zwei 32,28 m hohen, äusserst schmalen, hölzernen Fachwerkstürmen T_1 und T_2 (Fig. 59), die 23 m weit auseinander stehen und gegenseitig durch eine als Arbeitsboden dienende Brücke B verbunden, sowie durch vier Drahtseile a im Boden der Halle verankert sind. Das dritte, breitere Krangerüste, dessen Seitenansicht Fig. 60 zeigt, steht auf einem Balkenroste RR, der auf fünf Fahrschienen s in der Richtung der Längsachse des Hallenschiffes sich beliebig vorwärts oder rückwärts bewegen lässt; es steht aber auch auf einem Wagen WW, der sich auf dem Untergestellsroste über quer, d. h. senkrecht auf die Längsachse des Hallenschiffes in einem Schienengeleise verschoben werden kann. Es ist sonach möglich, den in Rede stehenden Montageturm an jede beliebige Stelle der Halle zu bringen. Die Wahl der Arbeitsstelle wird ferner noch dadurch erleichtert, dass der Kran selber sich auf einem Wagen ww befindet, der im stande ist, auf der Schienenbrücke SS eine seitliche Bewegung von etwa 8 m vorzunehmen, und dass endlich durch eine auf dem Untergestellsroste RR errichtete Art von Drehscheibe ein vollständiges oder teilweises Drehen des Krangerüstes vorgenommen werden kann. Um übrigens ohne Aenderung des Aufstellungsortes das Arbeitsfeld des Hebezeuges günstig erweitern und wechseln zu können, ist ausser der ebenerwähnten Seitenbewegung des Kranwagens ww auf SS noch eine Drehbewegung des Auslegers K um etwa 60° möglich und ebenso eine Verschiebung des Angriffspunktes der Last auf dem Tragbalken des Kranes innerhalb eines 6 m betragenden Spielraumes, indem der Flaschenzug Z auf einem beliebig verstellbaren Schlitten hängt. Man hatte natürlich die Aufstellungsarbeiten damit begonnen, dass man die Pfeiler zunächst der einen Mauerflucht an ihre Plätze brachte und von Feld zu Feld mit den zugehörigen Verbindungsbögen oder Pfetten versah; am Rückwege des Montagegerüstes wurden dann die Bogenstücke $m_1 m_2$ (Fig. 59) angefügt und hinterher gleich wieder die bezüglichen Pfetten eingezogen. Nach Vollendung dieses Bogenanschlusses kam in gleicher Weise das Stück $m_2 m_3$ an die Reihe. Derselbe Vorgang wurde nunmehr auf der anderen Wandseite der Halle eingehalten. Alle diese Arbeiten und das Heben der Konstruktionsteile geschah dabei lediglich mit Hilfe des Krangerüstes, und erst nachdem die Gespärrbogen so weit ausgeführt waren, wie es Fig. 59 darstellt, kamen auch die zwei schmalen Gerüsttürme T_1 und T_2 zur Mitwirkung. Dieselben sind nämlich mit Schraubenböcken ausgerüstet, auf welche das Scheitelstück des Deckenbogens, das den Abschluss zwischen den beiden Verbindungsstellen m_3 zu bilden hat, durch den Kran gebracht wird, damit man sie dann mittels dieser Schrauben in aller Genauigkeit auf jene Höhe heben kann, die erforderlich ist, um beiderseits die Verbindung genau durchzuführen.

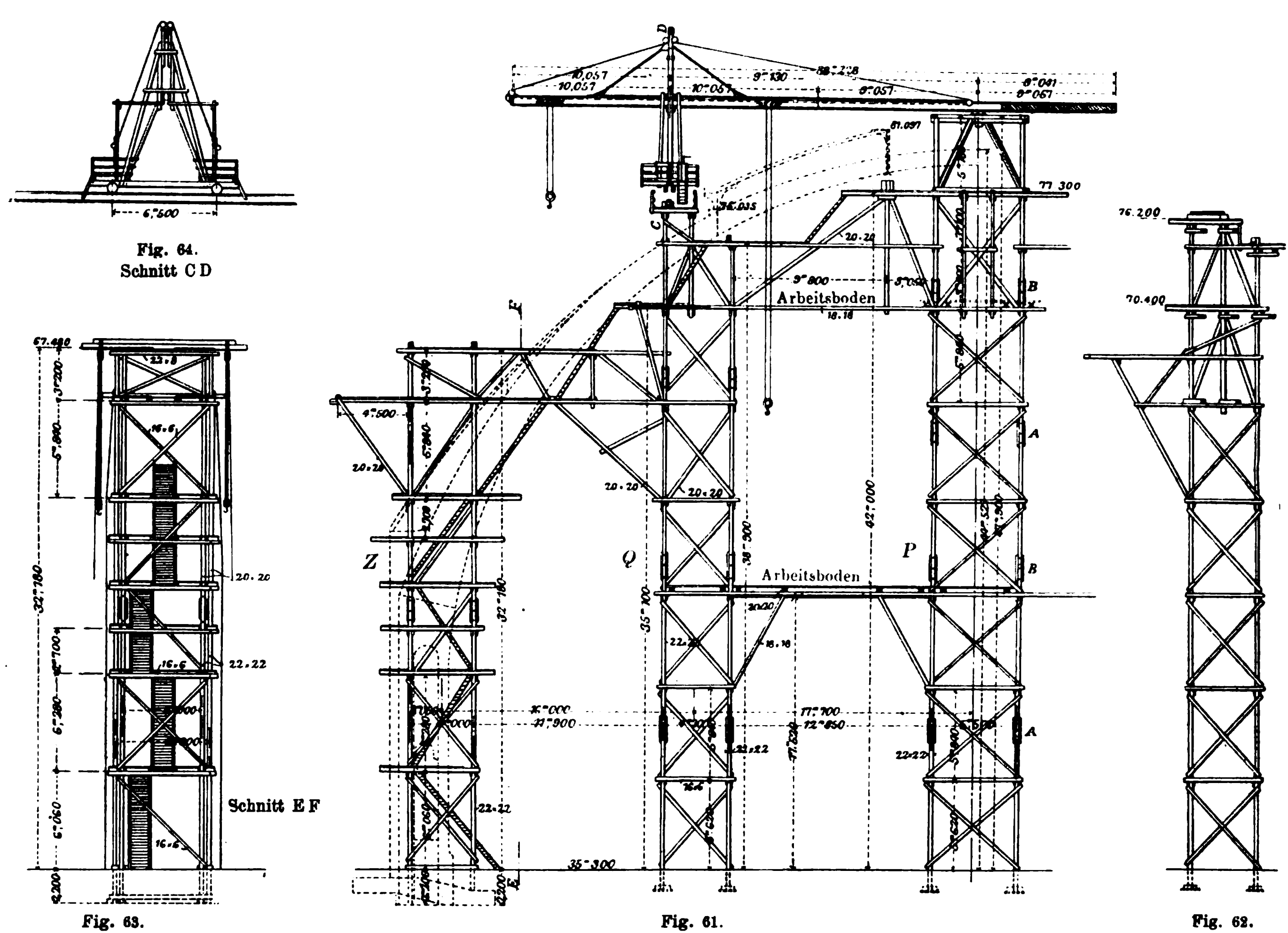


Fig. 61. Gerüste für die Kuppelmontierung. Fig. 62. Querschnitt des Ringgerüstes Q. Fig. 63. Seitenansicht des Treppengerüstes Z. Fig. 64. Querschnitt des Kranes bei C D.

Ganz riesige Abmessungen musste das Gerüste für die Kuppelmontierung (Fig. 61) erhalten, da hier die Gespärre eine Höhe von 44,152 m und eine Spannweite von 70,6 m besitzen. Ein im Mittelpunkte der Kuppel errichteter, 5,5 m im Geviert messender, 47,9 m hoher Turm P aus Holzfachwerk trägt den Kran, dessen zweiarmiger, um eine Drehachse beweglicher Tragbalken auf der Tragseite 28 m, auf der anderen Seite 9 m Ausladung besitzt. Weiter ist ein 4,20 m breites, 38,9 m hohes, von der Kuppelachse 15,60 bezw. 19,80 m abstehendes, ringförmig ausgeführtes Mon-

tagegerüst Q vorhanden, das in der Höhe von 35,10 m einen 36,36 m breiten Betriebsboden trägt. Am äussersten Rand dieses ringförmigen Gerüstes befindet sich ein im Kreise angeordneter Schienenstrang, welcher die Fahrbahn für einen zweiräderigen, mit dem tragenden Ausleger des Kranes fest verbundenen Bockes (Fig. 61 und 64) bildet, derart, dass mit Hilfe dieses Laufgestelles und der früher erwähnten, in der Kuppelachse liegenden, fixen Drehachse des Krans, der letztere in einem vollen Kreise herumbewegt werden kann. Der zweite, d. i. der nichttragende Arm des Krans hat dabei nur die Aufgabe, dem tragenden als ausgleichendes Gegengewicht zu dienen und ist zu diesem Behufe durch Eisenbahnschienen entsprechend belastet. Auf dem eben in Betracht gezogenen fahrbaren Untergestelle des Krans befindet sich eine Handwinde, die sowohl zum Antreiben eines kleineren Flaschenzuges benutzt werden kann, der zum Richten der Versetzstücke dient, als zum Weiterbewegen des Tragbalkens, d. h. zum Drehen des Krans. Das Aufhissen der Werkstücke erfolgt mittels zweier am Fusse des Mittelgerüstes aufgestellter, durch eine Dampflokomobile angetriebener Winden. Ein drittes, 4 m im Geviert messendes, 33 m hohes turmartiges Montagegerüste Z, das bei der Aufstellung der Widerlagspfeiler für die Kuppelgespärre benutzt war, befindet sich vom mittleren Gerüste 28,95 m, und vom ringförmigen Gerüste 12 m entfernt, steht aber mit beiden durch Querböden und Stiegen in Verbindung und dient für die eigentliche Kuppelmontierung im wesentlichen nur mehr als bequemes Treppenhaus für die auf und nieder steigenden Arbeiter und als Transportweg für das Kleinmaterial. Es erübrigt hier noch beizufügen, dass die Kuppel, für die uns leider keine zeichnerischen Unterlagen zur Verfügung stehen, noch durch einen 18 m hohen Turm (Campanila) überbaut sein wird, und dass für dieses immense Bauwerk nicht weniger als 6000 t Stahl erforderlich sind (vgl. *Engineering* vom 2. März 1900, S. 284), welcher Umstand es auch erklärt, warum die Herstellung dieses Hallenteiles einigermassen zurückgeblieben ist.

(Schluss folgt.)

Ueber die Anpflanzung und Gewinnung des Indigos in Bengalen.

(Schluss von S. 200 d. Bd.)

Die deutsche Industrie ist mit Recht auf diese Errungenschaft stolz.

Dass man in England die Konkurrenz des in Deutschland hergestellten künstlichen Indigos bereits fühlt, erhellt aus einem in der *Times* kürzlich erschienenen Artikel (vgl. *Färber-Zeitung,* 1900 S. 12).

Die *Times* bespricht zunächst die ungeheure Wichtigkeit in ökonomischer, sozialer und politischer Beziehung, welche die bisher so gewinnbringende Indigoindustrie für das übervölkerte Gangesthal (Distrikt Behar) besitzt. Ihre imposante Stellung wurde zuerst durch die heftige Konkurrenz erschüttert, welche ihr von der Indigoproduktion Niederbengalens bereitet wurde, wo überschuldete, Indigo kultivierende Kleinbauern ihren rücksichtslosen Gläubigern die Indigoernte um Spottpreise hergeben müssen, während die Indigopflanzer Behars den wertvollen Farbstoff auf ihren eigenen Gütern mit Hilfe relativ gut bezahlter Arbeiter gewinnen. Weit gefährlicher aber als diese Konkurrenz im eigenen Lande ist den Pflanzern Behars die Konkurrenz des künstlichen Indigos geworden. Schon in früherer Zeit wurden künstliche Surrogate für den Pflanzenindigo in Anwendung gebracht. Diese empfahlen sich zwar anfangs infolge ihrer Billigkeit, gerieten aber alsbald in Misskredit, da die hiermit gefärbten Stoffe den atmosphärischen Einflüssen und der Abnutzung viel schneller unterlagen, als die mit vegetabilischem Indigo gefärbten.

Anders verhält es sich indessen selbst nach dem Urteile der *Times,* welches das „Handelsmuseum“ kolportiert, mit dem von der *Badischen Anilin- und Sodafabrik* auf den Markt gebrachten, aus Derivaten des Steinkohlenteeres hergestellten, künstlichen Indigo.

Trotz des Geheimnisses, mit welchem die genannte Fabrik sowohl die Herstellung dieses Artikels als auch die Ausdehnung ihrer Produktion umgibt, glaubt der Gewährsmann der *Times* den Anteil des künstlichen Indigos am allgemeinen Indigokonsum bereits auf ein Fünftel der gesamten Produktion des erwähnten Behardistriktes schätzen zu können. Dies macht es erklärlich, dass die gegenwärtigen Indigopreise nur zwei Drittel des in den letzten 10 Jahren beobachteten Preisdurchschnittes betragen. Auf Ueberproduktion ist diese Baisse sicherlich nicht zurückzuführen, da die dem Anbau von Indigo gewidmeten Bodenflächen Indiens während der letzten Jahre um etwa ein Drittel reduziert worden sind.

Die *Times* sähe es nun nicht ungern, wenn der künstliche Indigo mit einem gewissen Einfuhrzoll belegt würde, und sie bemüht sich weiter, dem Kunstprodukte Nachteile bei der Anwendung in der Färberei nachzusagen. So erwähnt sie, dass verschiedene Untersuchungen in englischen Monturanstalten ergeben haben, dass mit künstlichem Indigo gefärbte Stoffe doch keine so hohe Widerstandsfähigkeit gegen atmosphärische Einflüsse und gewöhnliche Abnutzung besitzen, wie die mit vegetabilischem Indigo gefärbten.

Indessen schliesst der Artikel der *Times* mit einer düsteren Prognose für die Zukunft des Pflanzenindigos, welcher gleich der westindischen Zuckerindustrie durch deutsche Konkurrenz schwer bedroht ist.

Im Nachtrage zu den vorstehenden, der *Times* entlehnten Ausführungen über die Indigofrage, welche von einem dem vegetabilischen Indigo günstigen Standpunkte ausgingen, verdienen die Erörterungen der *Münchener Allgemeinen Zeitung* zu dem Thema unstreitig eingehendere Beachtung, worin der künstliche Indigo als ein Ehrenzeichen deutscher technischer Leistungsfähigkeit betrachtet wird.

Die Indigokultur hat nicht allein in Indien, sondern auch in der benachbarten zweitgrössten Produktionsstätte dieses Färbemittels, in Java, beträchtlich gelitten und wird zweifelsohne noch weiter zurückgehen, sobald die rührige deutsche Farbenindustrie in der Lage ist, den Anforderungen an einen grösseren Export zu genügen.

Was der Ausfall für Indien bedeutet, lässt sich erkennen, wenn man erwägt, dass, wie bereits oben gesagt, 400000 Acres (= 162000 ha) unter der Anpflanzung von Indigo gestanden haben und dass deren Bebauung die Arbeit von 1500000 Menschen erforderte. Allgemein ist die Sorge, wie die durch die nach und nach sich entwickelnde Uebermacht des künstlichen Indigos beschäftigungslos werdenden Menschen zu versorgen seien, und wie das durch den Ausfall des Indigobaues freigewordene Land am besten anderweitig verwertet werden kann.

In welcher Weise man in Indien selbst gegen das Kunstprodukt vorzugehen beabsichtigt, erhellt am besten aus einer Notiz des *Confectionär,* laut welcher die Indigointeressenten dieses Landes ihre Regierung aufgefordert haben, die Verwendung des künstlichen Indigos gänzlich zu verbieten.

Man wird gewiss der Indigobau treibenden Bevölkerung Indiens eine derartige schroffe Ablehnung des Kunstproduktes nachfühlen können, indessen ist kaum anzunehmen, dass es zu solchen Massnahmen, zu einem vollständigen Ausschlusse des synthetischen Indigos in England und den Kolonien jemals kommen wird.



Aufgabe der indischen Regierung wird es sein, die Gewinnung des natürlichen Indigos, die jahrhundertelang die gleiche geblieben ist, zu verbessern.

Diese Gewinnung ist ja eine äusserst primitive, und es kann Wunder nehmen, dass die Interessenten nicht schon längst zeitgemässe Aenderungen in der Gewinnungsmethode eingeführt haben. Die Einführung eines rationellen Betriebes unter Zuhilfenahme geeigneter maschineller Einrichtungen und unter Leitung tüchtiger Ingenieure und Chemiker wird ohne Zweifel mehr Erfolg haben, als irgend welche steuerpolitischen Massnahmen.

Ein Hauptvorzug des künstlichen Indigos ist die stets gleichmässige Zusammensetzung und die Reinheit. Die mit diesem Produkte erhaltenen Färbungen fallen daher stets gleich in Stärke und Nuance aus. Der aus den Pflanzen gewonnene, zur Zeit in den Handel gebrachte Indigo enthält stets mehr oder weniger Verunreinigungen und Beimischungen, welche einen häufigen Wechsel in der Nuance und in der Stärke der Färbungen bei Verwendung verschiedener Partien hervorrufen. Es ist bekannt, dass man diesen Uebelstand des Naturproduktes zu beheben versucht hat, und zum grossen Teile auch behoben hat, durch die Einführung eines besonders gereinigten Pflanzenindigos, der Indigoraffinade, die von verschiedenen Seiten auch in Deutschland in vorzüglicher Qualität geliefert wird.

Ein weiterer Vorzug des synthetischen Indigos ist die schöne klare Nuance der Färbungen, die mit ihm erzielt wird, und die besonders in hellen Tönen zur Geltung kommt. In einigen Fällen indessen, wo es sich um die Erzeugung dunkler Färbungen handelt, ist gerade diese Klarheit nicht erwünscht, denn die Klarheit der Färbungen des künstlichen Indigos bedingt auch eine etwas geringere Deckkraft gegenüber dem Naturprodukte, und infolgedessen Mehrverbrauch an Farbstoff. Der Grund der grösseren Deckkraft (Färbekraft) des Pflanzenindigos ist offenbar in der Anwesenheit von Indigorot und eventuell auch Indigobraun zu suchen. Indigorot und Indigobraun bedingen eine Trübung der Nuance und lassen daher die bei ihrer Gegenwart erhaltenen Färbungen tiefer erscheinen. Es kann indessen wohl kaum bezweifelt werden, dass dieser Uebelstand des Kunstindigos durch irgend welche Zusätze zu dem reinen Indigo behoben werden kann; unsere Industrie ist noch niemals auf halbem Wege stehen geblieben. Für die Mehrzahl der Färbungen ist, wie bereits gesagt, gerade die Klarheit der mit synthetischem Indigo erhältlichen Färbungen ein nicht zu unterschätzender Vorteil. Auch die Indigoraffinade gestattet übrigens in hellen Tönen die Herstellung klarer Färbungen, indessen wird dieses Produkt immer noch durch den synthetischen Indigo in dieser Beziehung übertroffen.

Noch ein anderer Nachteil wird dem synthetischen Indigo nachgesagt: Die mit dem Kunstprodukte angesetzte Indigoküpe bedarf längerer Zeit, bevor sie in ihrem Färbevermögen einer in gewöhnlicher Weise mit dem Pflanzenindigo des Handels, ja selbst mit der Indigoraffinade angesetzten Küpe gleichkommt. Auch hier dürfte es sich nur um einstweilen bestehende Schwierigkeiten handeln, die zum Teil bedingt sind durch die grössere, dem Eintritte der Küpengärung weniger förderliche Reinheit des Kunstproduktes, zum Teil aber vielleicht auch durch die Form, in welcher der synthetische Indigo abgeschieden worden ist.

Auch hier wird zweifellos noch eine Reihe von Verbesserungen platzgreifen. So hat die *Badische Anilin- und Sodafabrik* bereits empfohlen, den reinen Indigo zuvor mit konzentrierter Natronlauge zu behandeln und thatsächlich wird dadurch eine bessere Reduktion des Indigos erzielt.

Die vorläufige Entwickelung dieses scharfen Konkurrenzkampfes ist leicht vorauszusehen. Die deutsche Farbenindustrie — es ist nicht mehr die *Badische Anilin- und Sodafabrik* allein, auch andere deutsche Firmen beteiligen sich an diesem Wettkampfe — wird sich bemühen, neue Verfahren und Verbesserungen zu finden, welche eine weitere Verbilligung der Indigofabrikation gestatten; die Produzenten des Pflanzenindigos werden es sich zur Aufgabe machen, die Pflanzung und Gewinnung des natürlichen Indigos rationeller zu gestalten. Wer in diesem Kampfe obsiegen wird, ist einstweilen noch zweifelhaft. Vielleicht, und es ist dies das wahrscheinlichere, werden beide Teile nebeneinander existieren können, denn das Verwendungsgebiet des Indigos sowohl für pflanzliche, als auch für die tierische Faser ist mannigfaltig und erweiterungsfähig.

Wir beobachten hier das Ringen einer seit Jahrhunderten bestehenden Industrie mit einer wenige Jahre alten Industrie, ein Ringen, welches sich doch immerhin dadurch etwas einseitig gestaltet, dass auf der einen Seite ein Kampf um die Existenz gekämpft wird, und auf der anderen Seite nur das Uebermass an Kraft eines sich seines Könnens bewussten, und von Sentimentalitäten freien Giganten zum Ausdruck kommt.

Wahrlich, wir sollen stolz sein auf unsere vaterländische Farbenindustrie, die nicht nur den Farbenbedarf der gesamten Welt bis auf einen gewissen Prozentsatz befriedigt, die auch eine uralte ausländische, Millionen von Händen beschäftigende Industrie, welche einen Teil eben dieses Prozentsatzes gleichfalls dem Gesamtkonsum bisher beigesteuert hat, aus dem Sattel zu heben droht.

Und sollte selbst dieser Anlauf nur den einen Erfolg zeitigen, dass er korrigierend und ebnend auf die Preisbildung im Indigohandel, welcher sich grösstenteils in nicht deutschen Händen befindet, einwirkt, dass er eine Verbesserung in der Anpflanzung und Gewinnung des Pflanzenindigos herbeiführt, mit einem Worte, wenn er die bisherige Indigoindustrie aus ihrem Schlummer aufgerüttelt hat, so würde auch daraus der deutschen Farbenindustrie unter allen Umständen ein neues Ruhmesdenkmal ihres gewaltigen Könnens erstanden sein.

Die deutsche Farbenindustrie wird auch beim Indigo nicht stehen bleiben, sie hat ihre Ziele unzweifelhaft weiter gesteckt. *B.*

Die gebräuchlichen Automobilsysteme.

Von Professor **H. Bachner** in Stuttgart.

(Fortsetzung des Berichtes S. 165 d. Bd.)

Elektrische Motorwagen.

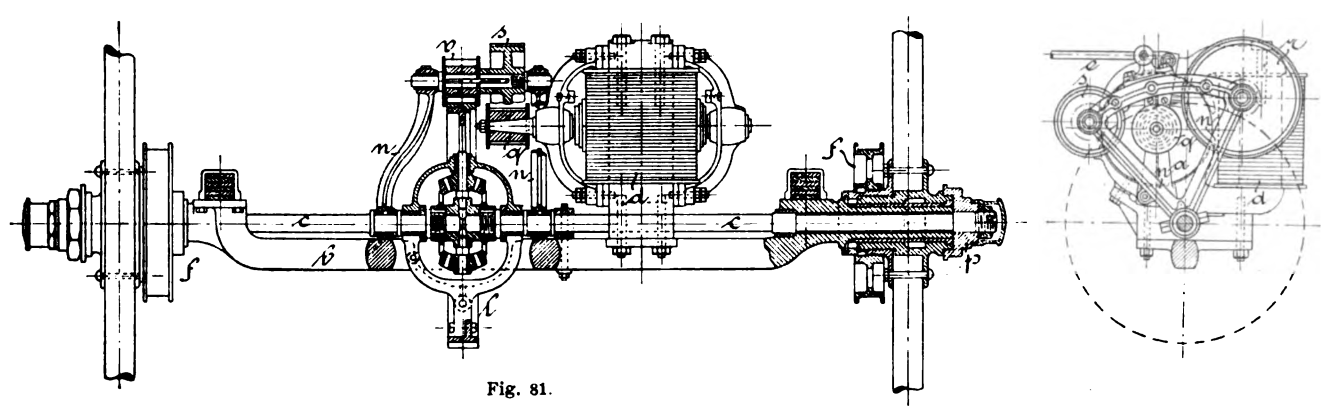
Kein Motor erscheint für den Antrieb von Fahrzeugen besser geeignet, als der Elektromotor; seine Vorzüge treten besonders deutlich hervor bei einem Vergleich mit dem Explosionsmotor, für den wir in jedem Kapitel neue Auskunftsmittel besprechen mussten, die zu ersinnen waren, um ihn für Motorfahrzeuge nur einigermassen tauglich zu machen. Insbesondere entbehrt der Elektromotor der durch Raumbedarf und Gewicht lästigen Kühlvorrichtungen auch bei grösserer Leistung und der zu Störungen und Energievergeudung Anlass gebenden variablen Uebersetzungen, er ist umsteuerbar, bedarf keines Massenausgleichs, besitzt eine sehr vollkommene Regulierfähigkeit und ist infolge seiner Betriebseigenschaften frei von störenden Erschütterungen, Lärm und Gerüchen.

Einen prinzipiellen Nachteil freilich besitzt er doch, und zwar von so schwerwiegender Bedeutung, dass noch bis vor kurzer Zeit der Wettbewerb des elektrischen mit



dem Benzinfahrzeug trotz aller Mängel des letzteren aussichtslos erschien: dies ist die Schwierigkeit, dem Motor während der Fahrt seinen Energiebedarf zuzuführen.

Soll das Automobil vollkommen frei beweglich sein, so ist man genötigt, Akkumulatorbatterien mitzuführen, deren Konstruktion ein hohes Gewicht bedingt, und das Verhältnis des nützlichen zum toten Gewicht des Fahrzeugs, welches bei Benzinwagen normaler Grösse bis zu 30 % betragen kann, merklich verschlechtert; es wird bis jetzt in den seltensten Fällen 20 % übersteigen. Auch der relativ geringe Aktionsradius des Akkumulatorwagens, d. h. die Strecke, welche man mit einmaliger Ladung zurücklegen kann, ist eine Folge des hohen toten Gewichtes, erscheint aber gleichfalls an und für sich nicht mehr so bedenklich, seit es durch die stete Verbesserung der Akkumulatoren gelungen ist, mit einer Ladung auf guter Strasse bis 80 km und darüber zurückzulegen.


Fig. 81.
Elektromotor mit variabler Uebersetzung, System Patin.

Als ganz wesentliches Hemmnis für die Entwickelung dieser Fahrzeuge ist es hingegen anzusehen, dass die Erneuerung des Energiebedarfs unbedingt an das Vorhandensein einer elektrischen Anlage gebunden ist, und dass diese in dem Aufladen der Batterie bestehende Erneuerung, von gewissen Ladevorrichtungen für spezielle Zwecke abgesehen, mit einem ziemlich bedeutenden Zeitaufwand verknüpft ist.

Dass man infolge dieser Mängel der Akkumulatorwagen das bei den Strassenbahnen längst erprobte sogen. Trolley-System, d. h. stetige Energiezuführung durch einen an einer den Wagen begleitenden Leitung schleifenden Kontakt, wiederholt ins Auge gefasst hat, erscheint also erklärlich, obgleich dadurch von vornherein der Vorteil der freien Beweglichkeit des Fahrzeugs aufgegeben werden muss. Die bei Anwendung dieses Systems für Automobilzwecke auftretenden Schwierigkeiten und die Versuche zu deren Lösung sollen in einem besonderen Kapitel Erwähnung finden, zunächst sei der seine Akkumulatorenbatterie mit sich führende elektrische Motorwagen besprochen.

I. *Die Motoren.*

Die Entwickelung der Elektromotoren für Automobilzwecke erscheint, wie leicht erklärlich ist, durch die Entwickelung der Strassenbahnmotoren stark beeinflusst, hat aber doch auch zum Teil einen eigenen Weg eingeschlagen.

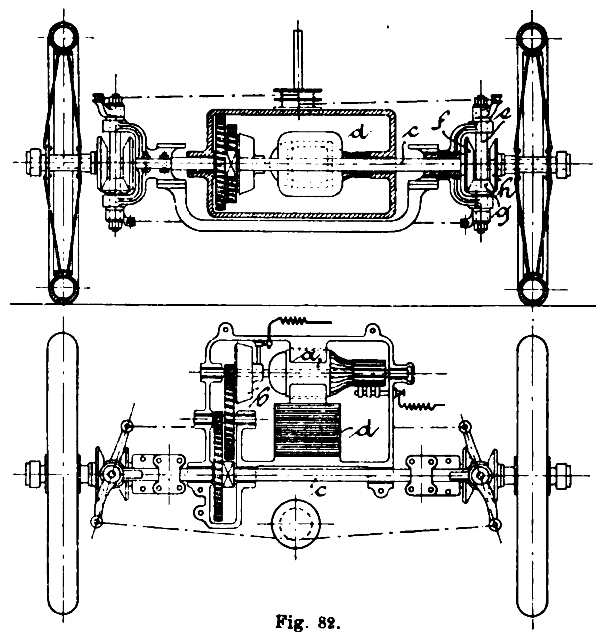
Was zunächst den äusseren Aufbau anlangt, so benutzte man bei den ersten Versuchen gewöhnliche stationäre Motoren; die dabei auftretenden Mängel führten indessen bald dazu, die gebräuchlichen Strassenbahnmotoren mehr oder weniger zu kopieren. Die offene Bauart, wie sie noch in Fig. 81 zu finden ist, dürfte wohl gänzlich verschwunden sein; wir sehen aus den folgenden Figuren, dass statt dessen der Motor jetzt kastenförmig ausgebildet wird, wozu sich am besten die sogen. Manteltype (Lameyer-Type) eignet (Fig. 82 bis 84). Auch wird die doppelt symmetrische Anordnung (Fig. 83 und 84) der nur zu einer Achse symmetrischen Konstruktion (Fig. 81 und 82) vorgezogen.

Der Vorteil dieser vollständig geschlossenen Bauweise, wobei unter allen Umständen der Kollektor (Fig. 87), zweckmässigerweise aber auch das Rädergetriebe mit eingekapselt werden (Fig. 86), ist ohne weiteres einzusehen: es werden die empfindlichen Teile des Antriebs vor Schmutz, Staub und Feuchtigkeit geschützt und dadurch in erster Linie der mechanische Wirkungsgrad des Motors dauernd hoch gehalten, ferner aber auch die Polflächen vor dem Ansetzen kleiner Eisenteile, wie sie besonders im Strassenstaub vorhanden sind, bewahrt.

Besondere durch Deckel oder Klappen verschliessbare Oeffnungen (z. B. *a* und *g* Fig. 86) ermöglichen die leichte Zugänglichkeit von Kollektor, Lagern und Anker.

Andererseits freilich verhindern diese Gehäuse die bei stationären Motoren so günstig wirkende Ventilation, und man muss infolgedessen bei der Dimensionierung besondere Rücksicht darauf nehmen, dass der Motor sich bei Dauerbetrieb mit normaler Belastung nicht zu stark erwärmt; bisweilen bringt man wohl auch kleine Luftöffnungen an solchen Stellen an, wo das Eindringen grösserer Staubmengen nicht zu befürchten ist.

Gebräuchliche Formen der geschlossenen Bauart sind in Fig. 83 und 84, ein besonderes System in Fig. 85 schematisch zur Darstellung gebracht [1]). Die zweipolige Form (Fig. 83) besitzt ein aus einem Stück gegossenes


Fig. 82.
System Jeantaud, ältere Ausführung.

Magnetgestell, an beiden Stirnseiten mit kreisrunden Oeffnungen, vor welche die glockenförmigen Verschlussteile geschraubt werden; die eine der Oeffnungen muss so gross sein, dass die Wickelungen *w* und der Anker *a* eingebracht werden können. Dasselbe System eignet sich auch für vierpolige Bauart.

Den Anker teilweise umfassende Magnetwickelungen (Fig. 84) begünstigen die wünschenswerte Raum- und Ge-

[1]) Vgl. auch *D. p. J.* Motoren von *Siemens und Halske*, 1899 **314** 166 Fig. 101, von der *Allgemeinen Elektrizitätsgesellschaft*, 1899 **314** 150 Fig. 83, und von *E. Möhrlin* in Stuttgart, 1899 **314** 181 Fig. 107.

wichtsersparnis, verhindern aber das Einschieben des Ankers; in diesem Fall wird, wie aus der Figur hervorgeht, das Gestell zweiteilig gegossen, mit durch die Achse gelegter Trennungsfuge. Hierdurch wird gleichzeitig die Zugänglichkeit des Ankers wesentlich erhöht, insbesondere wenn die eine Gehäusehälfte um Scharniere aufgeklappt werden kann. Die vorliegende Form ist vierpolig mit nur zwei Wickelungen, was niedrige Bauart gestattet (Type

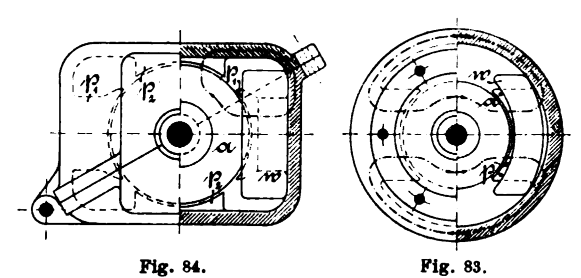


Fig. 84. Kastentype, vierpolig, mit nur zwei Wicklungen.

Fig. 83. Kastentype, zweipolig.

mit Folgepolen, vgl. auch Fig. 82), kann aber natürlich auch mit vier Wickelungen hergestellt werden.

Eine wesentlich abweichende Form der magnetischen Anordnung ist bei dem Lundell-Motor[2]) (Fig. 85), gebaut von den *Bergmann-Elektromotoren- und Dynamowerken, A.-G.*, Berlin, zur Ausführung gekommen. Die auch bei vielpoligen Modellen nur einmal vorhandene Magnetwickelung w umfasst konzentrisch den Anker a und die Pole p, letztere treten zungenförmig abwechselnd von der vorderen und hinteren Wandung zwischen Wickelung und Anker und geben den in der Figur durch die strichpunktierten Kurven und die Pfeile angedeuteten Verlauf der Kraftlinien, welche das Eigenartige dieser Bauart gegenüber den normalen Typen (Fig. 83 und 84), in denen der Kraftlinienverlauf gleichfalls angedeutet ist, am besten erkennen lassen. Die vorliegende Konstruktion zwingt zu einer Teilung des Magnetgehäuses senkrecht zur Achse; sie besitzt gewisse Aehnlichkeit mit den Wechselstrommaschinen des Induktortypus und jedenfalls auch deren Nachteile, ein sehr wenig homogenes Magnetfeld und grosse innere Streuung zwischen den Polzungen und der gegenüberliegenden Gehäusewand.

Die Leistung der Motoren hängt wesentlich von der Art des Wagens und der verlangten Geschwindigkeit ab; für leichtere Fahrzeuge schwanken die Angaben zwischen 2 bis 4 PS. Dabei sind die benutzten Motoren zwei- oder vierpolig: Die zweipolige Bauart ist billiger und auf geringerem Raum unterzubringen, erfordert aber im allgemeinen eine wesentlich höhere Umdrehungszahl als die vierpolige.

Bezüglich der Dimensionierung ist zu bemerken, dass man beim Magnetgehäuse möglichst an Material spart; man

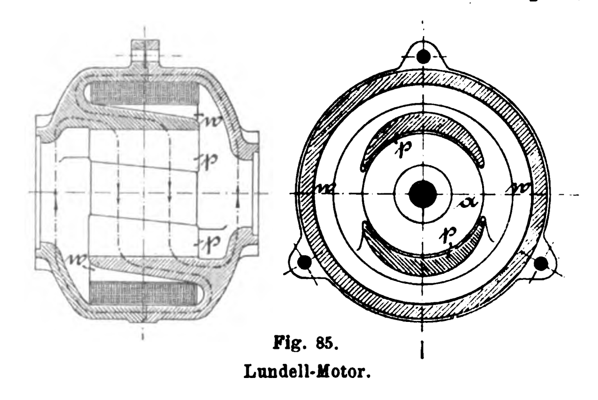


Fig. 85. Lundell-Motor.

erreicht dadurch nicht nur eine Verringerung des Gewichtes, sondern infolge der damit notwendigerweise verbundenen starken Sättigung auch eine gewisse Sicherheit gegen zu starkes Anwachsen der Geschwindigkeit beim Befahren ebener bezw. etwas abfallender Wege (dabei ist an den Hauptstrommotor zu denken). Der Anker ist wohl immer als Nutentrommelanker ausgebildet und bei vier Polen so gewickelt, dass man mit einem Bürstenpaar auskommt (Mordey-Wickelung). Man benutzt Kohlebürsten und gibt dem Kollektor möglichst viel Lamellen, um die Funkenbildung gering zu halten.

Der Elektromotor ist hinsichtlich seiner Regulierfähigkeit nicht an veränderliche Uebersetzungen gebunden, und es wäre natürlich sehr wünschenswert, wenn man die Uebersetzungsgetriebe ganz vermeiden könnte, denn jedes Vorgelege kann bis zu 10 % Energie verzehren. Doch ist dieser Idealfall bei gewöhnlichen Automobilfahrzeugen wegen der zu hohen Umdrehungszahl des Motors ausgeschlossen, die bei den üblichen Leistungen von 2 bis 4 PS und der meist benutzten Batteriespannung von 80 bis 90 Volt zwischen 900 und 1200 pro Minute betragen wird; wohlverstanden ist dies die „günstigste" Tourenzahl, mit welcher man den Motor bei stationärer Aufstellung laufen lassen würde, weil er dann in dem Bereich des besten Wirkungsgrades arbeitet.

Für den Fahrzeugbetrieb entspricht dieser Umdrehungszahl in der Regel nicht die mittlere, sondern bereits eine ziemlich hohe Fahrgeschwindigkeit von 20 km und darüber, d. h. bei dem üblichen Triebraddurchmesser von ungefähr 1 m eine Tourenzahl dieser Räder von 100 bis 120 pro Minute, zu deren Herstellung demnach eine Gesamtübersetzung von etwa 1 : 8 bis 1 : 10 erforderlich ist. Diese Werte liegen eigentlich schon über der Grenze dessen, was man bei rasch laufenden Zahntriebwerken dem einfachen

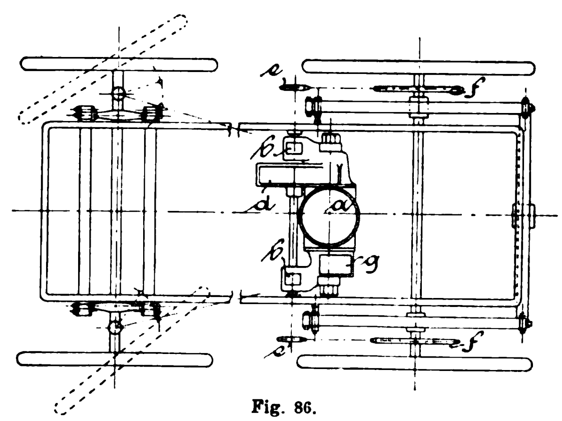


Fig. 86. System Jeantaud, neuere Ausführung.

Vorgelege zumuten darf, und es erklärt sich hieraus die Erscheinung, dass die Mehrzahl der elektrischen Automobilen zweifaches Vorgelege besitzen, obgleich dadurch der Wirkungsgrad des Motors allein von über 80 % auf 65 % und noch weiter herabgedrückt wird.

Diese Anordnung findet sich beispielsweise bei den Konstruktionen von *Patin* (Fig. 81) (ein Reibrad-, ein Zahnradvorgelege), von *Jeantaud* in der älteren (Fig. 82) und neueren Ausführung (ein Zahnrad- und ein Kettenradvorgelege) (Fig. 86), und bei einer Reihe von deutschen Konstruktionen der internationalen Motorwagenausstellung zu Berlin 1899, welche sich in dem in der *Zeitschrift des Vereins deutscher Ingenieure* erscheinenden, noch öfter zu erwähnenden Aufsatz „Die Motorwagen und ihre Motoren" besprochen finden. Man betrachte z. B. dort[3]) die Anordnung der Firma *Kühlstein-Wagenbau*, Fig. 2 bis 4 (Motoren von der *Allgemeinen Elektrizitätsgesellschaft*), und Fig. 56 (Motoren von *Siemens und Halske, A.-A.*), ferner der *Gesellschaft für Verkehrsunternehmungen*, Fig. 42 und 43 (Motoren von *Siemens und Halske*), und Fig. 50 und 51 (Motoren von der *Elektrizitätsaktiengesellschaft vorm. Lahmeyer und Co.*). Der Columbia-Wagen der *Motorfahrzeug- und Motorenfabrik Berlin* dagegen (Fig. 18) besitzt nur ein einziges Vorgelege trotz der hohen Uebersetzung 1 : 9.

Eine auffallende Ausnahme bilden die Motoren des „Avant-train" von *Krieger* in Paris, welche mit einem einzigen Vorgelege von 1 : 16,5 Gesamtübersetzung[4]) auf die

[2]) Gebaut von den *Bergmann-Elektromotoren- und Dynamowerken, A.-G.*, Berlin; vgl. auch die Zeitschrift *Automobile*, 1899 S. 71. Nach neueren Mitteilungen verwendet die Firma den Lundell-Motor nicht mehr für Automobilzwecke.

[3]) *Zeitschrift des Vereins deutscher Ingenieure*, 1900 S. 14, 17, 86, 88, 89.

[4]) *Le Génie Civil*, 12. August 1899 S. 246.

Lenkräder arbeiten, allerdings unter Benutzung schräg gestellter Zähne, die bekanntlich bessere Eingriffsverhältnisse bieten. Sowohl die abnorme Höhe der Uebersetzung, wie auch die Beschränkung auf nur ein Vorgelege finden ihre Begründung in dem durch die eigenartige Konstruktion bedingten Raummangel, da die Motoren über dem vertikalen Lenkzapfen der vorn gelegenen Lenkräder befestigt sind, und an deren Drehung teilnehmen müssen. Infolgedessen fehlt es an Platz für ein doppeltes Vorgelege, und die mit Rücksicht auf möglichst geringe Grösse gewählten Motoren hoher Umdrehungszahl (etwa 2000 pro Minute) erfordern die hohe Uebersetzung. Auch dieses Beispiel weist deutlich auf die Mängel der als „Motorvorspann" (Avant-train) [5]) bezeichneten Konstruktionen hin. Inwieweit in solchen Fällen das Grisson-Getriebe [6]) eintreten kann, welches bereits für Automobilzwecke Verwendung gefunden hat und speziell für derartig hohe Uebersetzungen geeignet sein soll (1 : 18 bei dem Benzinpostwagen System *Loutzky*) [7]), muss die Erfahrung zeigen.

Ein anderes Mittel zur Vereinfachung der Uebersetzung ist durch die Möglichkeit gegeben, Elektromotoren mit besonders geringer Umdrehungszahl herzustellen. Da hierdurch aber der Wirkungsgrad des Motors gegenüber Konstruktionen mit normaler Tourenzahl verschlechtert wird, so ist auch hier eine Grenze vorhanden, die insbesondere durch das Verhältnis der Umdrehungszahl zur Polzahl und Leistung des Motors bestimmt wird.

Durch Anwendung vierpoliger Magnetgestelle und bei grösseren Leistungen gelingt es thatsächlich, mit der Umdrehungszahl ziemlich weit herunter zu kommen, was aus den folgenden Beispielen hervorgeht: Der Strassenbahnomnibus von *Siemens und Halske* [8]) besitzt vier vierpferdige Motoren für normal 550 Touren mit je einer Uebersetzung 1 : 8, die Droschke System *Egger-Lohner* [8]) einen dreipferdigen Motor für nur 350 Touren (gebaut von der *Vereinigten Elektrizitätsaktiengesellschaft* in Wien) mit der Uebersetzung 1 : 6,5.

[5]) Vgl. die Bemerkungen zum Getriebe von *Prétot, D. p. J.* 1899 **315** * 163.

[6]) *D. p. J.* 1899 **315** * 124 bis 127.

[7]) *Zeitschrift des Vereins deutscher Ingenieure*, 1900 S. 235.

[8]) *Zeitschrift des Vereins deutscher Ingenieure*, 1900 S. 49, 51, 85.

Wo trotz langsamen Motorganges die oben auch für normale Umdrehungszahl als üblich bezeichnete Uebersetzung 1 : 8 bis 1 : 10 beibehalten wurde, ist auf schwerere Wagentypen zu schliessen, welche hohe Geschwindigkeiten nicht bedürfen, dafür aber stärker belastet werden. So besitzen die Wagen mit Normalgestell der *Gesellschaft für Verkehrsunternehmungen* [8]) einen vierpferdigen Motor mit normal 500 Umdrehungen, aber zweistufiger Uebersetzung (1 : 8,8).

Bisher ist also die zweistufige Uebersetzung weitaus am meisten in Gebrauch. Doch sollte unserer Meinung nach mit allen Mitteln dahin gestrebt werden, mit einem Vorgelege auszukommen, sei es nun durch sorgfältigste Ausführung des bis zu 1 : 9 übersetzten Zahngetriebes, wofür ja Ausführungen schon vorliegen, oder durch weitere Vervollkommnung der langsam laufenden Motoren; denn man darf nicht ausser acht lassen, dass der Akkumulatorbetrieb nur dann lebensfähig und rentabel sein kann, wenn jede Energievergeudung vermieden wird, und jedes beseitigte Vorgelege entspricht einem Gewinn von 5 bis 10 %.

Von Wichtigkeit für den Betrieb des Elektromobils ist insbesondere noch die Art der Schaltung der Magnetwickelung. Wie beim Strassenbahnbetrieb steht auch hier der Serienmotor fast allein in Verwendung, weil er bekanntlich an Anlaufmoment und Regulierfähigkeit den Nebenschlussmotor übertrifft. Der bei Strassenbahnen noch besonders ins Gewicht fallende dritte Vorteil der besseren Isolierfähigkeit kommt bei der relativ geringen Spannung des Akkumulatorbetriebs wenig zur Geltung.

Als Eigentümlichkeit speziell des Automobilmotors hat sich übrigens noch eine Wickelungsart Eingang verschafft, die gewöhnlich als Compoundwickelung bezeichnet wird, von dieser indessen in dem wesentlichen Punkt abweicht, dass Hauptstrom- und Nebenschlusswickelung in demselben Sinne auf das Magnetfeld wirken, sich also gegenseitig unterstützen. Diese Schaltungsarten werden weiter unten bei Besprechung der Reguliermethoden noch eingehend erläutert werden. (Fortsetzung folgt.)

Grundlagen zur Fluglehre.

Von **F. Heinz**-Sarajevo.

(Fortsetzung von S. 207 d. Bd.)

Wie aus der *Zeitschrift für Luftschiffahrt*, Heft 3/4 vom Jahre 1893 zu ersehen ist, haben *Langley*'s Experimente zu dem Ergebnisse geführt, dass eine Fläche von 0,91 × 0,10 m horizontal gestellt, im senkrechten freien Falle 1,22 m in 0,53 Sekunden zurücklegte, während dieselbe Fläche bei horizontal gerichteter Verschiebung von 5, 10, 15 und 20 m Geschwindigkeit entsprechend 0,61, 0,75, 1,05 und 2,00 Sekunden brauchte, um dieselbe Höhe senkrecht herabzufallen.

Auf welcher Ursache beruht diese auffallende Erscheinung? Diese Frage wurde wiederholt eingehend und gründlich untersucht, namentlich von Ingenieur *Popper*-Wien, ohne dass es gelungen wäre, hierfür eine befriedigende Erklärung zu finden.

Von Oberingenieur *v. Loessl* wurden diesbezüglich ebenfalls Versuche vorgenommen, aus welchen sich die gleiche rätselhafte Erscheinung ergab; *v. Loessl* gelang es aber, hierbei noch eine weitere, sehr wichtige Erscheinung festzustellen; er fand nämlich, dass die Geschwindigkeit der Bewegung der horizontal gestellten, schräg fallenden, ebenen Platte während ihres Falles in horizontaler Richtung zunimmt; es konnte jedoch auch diese Erscheinung nicht befriedigend erklärt werden.

Beruhen beide Erscheinungen nicht auf der gleichen Ursache, wie der Segelflug, nämlich auf Wirkungen der Reaktivkraft, wie wir sie in *D. p. J.* 1899 **313** 28 bis 29 kennen gelernt haben?

Steffen-Röhrsdorf war so freundlich, diese Reaktivkraft in *D. p. J.* 1899 **314** 80 einer Kritik zu unterziehen, wofür er im Interesse der Sache Dank verdient, trotzdem ihn dieselbe zu einem negativen Resultate geführt hat, weil wir dadurch Gelegenheit erhalten, zu beweisen, ob und inwiefern es uns möglich ist, gegen die These erhobene Bedenken zu zerstreuen.

Wer die von *Steffen* angeführte Kräfteplanskizze in *D. p. J.* 1899 **314** 80 mit meinem Kräfteplane in *D. p. J.* 1899 **313** 29 vergleicht, wird finden, dass in beiden Kräfteplänen ganz die gleichen Kräfte zu finden sind, nämlich dass $Rs = cd$, $S_1 = ce$, $S_2 = cf$, $Ra = cg$, $a_2 = ci$ und $a_1 = ch$ ist.

Danach aber ist nicht die Komponente S_2, wie *Steffen* vermutet, sondern die Komponente a_1 dasjenige, was ich mit Reaktivkraft bezeichnet habe; es dürfte diese Erklärung genügen, *Steffen*'s Einwand zu entkräften, da er ja gewiss nicht bestreiten wird, dass sich die Kugel in der Richtung dieser Komponente a_1 selbst dann bewegen muss, wenn weder die Kugel noch ihre Unterlage Reibung auszuüben vermag; ob die Kugel wegen Mangel dieser Reibung rotiert oder nicht, ist gleichgültig, wenn sie sich nur in der Richtung a_1 bewegt, und das muss sie, wenn der Stoss Rs entsprechend kräftig ist.

Wir dürfen uns daher auch weiterhin auf die Reaktivkraft berufen und wir können nun untersuchen, inwiefern dieselbe bei schräg durch die Luft fallenden Horizontalplatten thätig ist.

Wenn eine Horizontalplatte in schräger Richtung durch die Luft abwärts fällt, dann wirkt der Luftwiderstand in schräger Richtung aufwärts der Platte entgegen in der gleichen Weise, nur mit geringerer Kraft, wie der Schrägaufwärtswind gegen die Prof. *Wellner*'sche Versuchsfläche (*D. p. J.* 1899 **313** 29 Fig. 2), d. h. diesen Luftwiderstand empfindet die Platte (wenn sie Empfindung hätte) genau so, wie Wind.

Wenn wir uns also diesen Luftwiderstand wie Wind vorstellen dürfen, dann wird er auch wie dieser eine stossähnliche Wirkung auf die fallende Platte ausüben, dieser Stoss (Aktion) wird eine Reaktion der Platte zur Folge haben, und zwar die-

jenige Reaktion, die ich als Reaktivkraft bezeichnet habe; es wird also dasselbe Kräftespiel eintreten, wie bei der Prof. *Wellner*-schen Versuchsfläche, nur in schwächerem Grade.

Wird aber ein Teil des Gewichtes der Platte in Reaktion (Reaktivkraft) verwandelt, und wirkt von dieser Reaktivkraft ein Teil (*D. p. J.* 1899 **313** 29 *ch* Fig. 3) auf Vergrösserung der Geschwindigkeit der Bewegung der Platte in horizontaler Richtung und nimmt diese Geschwindigkeit thatsächlich zu, dann muss auch die Sinkgeschwindigkeit der Platte eine Verminderung erfahren, da ja durch die vergrösserte Horizontalgeschwindigkeit auch die Geschwindigkeit des Schrägaufwärtsflugwindes an Grösse zunimmt.

Da die *v. Loessl*'schen Platten im schrägen Fall dem Schrägaufwärtsflugwinde[1]) *fallend* ebenso entgegenzogen, wie die Prof. *Wellner*'sche Versuchsfläche einem natürlichen Schrägaufwärtswinde *steigend* entgegengezogen ist, die *v. Loessl*'schen Versuchsplatten aber keine Wölbung besassen, wie die Prof. *Wellner*'sche Versuchsfläche, sondern von vollkommen ebener Beschaffenheit waren, so erweist sich die auf die Flächenwölbung gegründete Segelflugerklärung als haltlos, während die Erklärung des Segelfluges aus den Wirkungen der beschriebenen Reaktivkraft an Stärke gewinnt.

Die bezeichneten Versuchsergebnisse *v. Loessl*'s und *Langley*'s führen noch zu einer weiteren Betrachtung, zur Untersuchung einer Frage, die bis heute in der Fluglehre nicht behandelt wurde, und diese Frage lautet:

Welchen Einfluss hat die Erdkrümmung auf die Fallgeschwindigkeitsverminderung eines horizontal (also tangential) bewegten Flugkörpers; werden bei grosser Geschwindigkeit dieser Bewegung die Wirkungen der Fliehkraft bemerkbar werden, und zwar derjenigen Fliehkraft, welche daraus resultiert, dass der Flugkörper um den Mittelpunkt der Erde einen Kreis beschreibt, wenn er sich ganz um die Erde herumbewegt, oder einen Teil dieses Kreises, wenn er nur einen Teil dieses Weges zurücklegt?

In der Ballistik darf die Erdkrümmung schon lange nicht mehr ausser Rechnung gelassen werden, und ist bereits festgestellt, dass dieselbe sich bei einer Geschosswurfweite von 20 km (1000 m Anfangsgeschwindigkeit) auf die Form der Flugbahn geltend macht.

Die Fluglehre hat aber weit mehr Ursache, auf die Erdrundung Rücksicht zu nehmen, als die Ballistik, denn während in der Ballistik die grosse Anfangsgeschwindigkeit der Geschosse von 1000 m pro Sekunde derjenige Faktor ist, der sie zwingt, die Erdrundung für ihre Rechnungen zu berücksichtigen, erwächst der Fluglehre dagegen in der ungemein geringen Sinkgeschwindigkeit der Flugkörper, die nach *Langley*'s Versuchsergebnissen schon bei 20 m Horizontalgeschwindigkeit der Versuchsfläche nur $\left(\frac{1{,}22 \text{ m}}{2{,}00 \text{ Sek.}} = \right)$ 0,61 m pro Sekunde beträgt, ein Faktor, welcher betreffs Rücksichtnahme auf die Erdrundung für die Fluglehre eine weit grössere Bedeutung hat, als die grosse Anfangsgeschwindigkeit von Geschossen für die Ballistik, denn je geringer die Sinkgeschwindigkeit des Flugkörpers ist, desto geringer kann dann auch die Tangentialgeschwindigkeit sein, um die Wirkungen der Fliehkraft infolge der Erdkrümmung in die Erscheinung treten zu lassen.

Würde z. B. die Sinkgeschwindigkeit nur 0,001 m, die Tangentialgeschwindigkeit dagegen 113 m pro Sekunde betragen, dann würde dieser Sinkgeschwindigkeit von der Fliehkraft infolge der Erdkrümmung die Wage gehalten werden, die bei 113 m Tangentialgeschwindigkeit ebenfalls 0,001 m beträgt. Eine Tangentialgeschwindigkeit von 113 m wird aber schon von Flugtieren erreicht; nach *Gätke*'s Werk: „*Die Vogelwarte Helgoland*", S. 66, beträgt die Fluggeschwindigkeit des nordischen Blaukehlchens 114 m pro Sekunde, und in Projekten für elektrische Eisenbahnen wird eine Fahrgeschwindigkeit von 60 m pro Sekunde angestrebt, so dass also eine Tangentialgeschwindigkeit von 113 m pro Sekunde für dynamische Luftschiffe nicht als schlechterdings unmöglich bezeichnet werden kann. Wie aber die hohe Tangentialgeschwindigkeit von 113 m möglich erscheint, so liegt auch die geringe Sinkgeschwindigkeit von 0,001 m im Bereiche der Möglichkeit, wie sich aus der durch *Langley*'s Versuche konstatierten, rapiden Abnahme derselben schliessen lässt, wonach sie bei lotrechtem Fall 2,3 m (1,22 m in 0,53 Sekunde), bei einer Tangentialgeschwindigkeit von 20 m der Versuchsfläche aber nur noch 0,61 m pro Sekunde beträgt.

Durch die vorstehende Betrachtung werden wir zu einer allgemeinen Untersuchung der Fliehkraftwirkungen geführt.

Wenn also ein so mächtiger Radius von 6377 km, wie der Erdhalbmesser in den Rechnungen der Fluglehre für die Tangentialbewegung dynamischer Luftschiffe bezüglich Fliehkraftwirkung berücksichtigt werden muss, wie wir oben gesehen haben, so darf in diesen Rechnungen die Berücksichtigung der ungemein kleinen Halbmesser von Kreisen oder Bögen, wie sie von dynamischen Luftschiffen in horizontaler Ebene (Kreisen der Flugtiere) beschrieben werden können, noch weit weniger fehlen, weil jede Fliehkraftwirkung einen Teil der Schwerkraftwirkung paralysiert und das Schwebevermögen des Flugkörpers erhöht.

In welcher Weise die Paralysierung der Schwerkraft durch die Fliehkraft erfolgt, wird uns am besten und raschesten durch folgendes Beispiel klar werden.

Wenn sich ein Dampfschiff auf dem Meere mit einer Geschwindigkeit von 7905 m pro Sekunde in gleicher Richtung fortbewegen würde, dann wäre seine Fliehkraft seiner Schwerkraft vollkommen gleich, es vermöchte infolgedessen keine noch so geringe Wassermenge zu verdrängen, es würde also nicht mehr schwimmen, sondern schweben. Bei geringeren Fahrgeschwindigkeiten würde das Dampfschiff nur zum Teil schweben, zum Teil aber schwimmen, weil bei geringeren Fahrgeschwindigkeiten die Schwerkraft von der Fliehkraft nicht ganz, sondern nur zum Teil paralysiert wird, es würde nämlich keine so grosse Wassermenge zu verdrängen vermögen, als im Zustande der Ruhe. Würde das Dampfschiff sich nur mit einer Geschwindigkeit von 113 m pro Sekunde fortbewegen, so würde doch schon eine teilweise Paralysierung der Schwerkraft durch die Fliehkraft in ganz geringem Masse bemerkbar werden, da dieselbe bei einem Gewichte des Schiffes von 15 000 t bereits 3060 kg beträgt, was sich in einer ganz geringen Abnahme der Wasserverdrängung äussern müsste. Eine ähnliche teilweise Paralysierung der Schwerkraft durch die Fliehkraft, also Verminderung der Wasserverdrängung und Erhöhung des Schwebevermögens, muss sich auch ergeben, wenn von dem Dampfschiff Bögen oder Kreise mit kleinen Halbmessern in horizontaler Ebene ausgeführt werden.

Wie aber dieses Dampfschiff beim Kreisen in horizontaler Ebene sein grösstes Schwebevermögen erlangen müsste, so ist auch das Schwebevermögen eines Vogels oder dynamischen Luftschiffes beim „Kreisen" am grössten.

Die Untersuchung über die Bedeutung der Fliehkraft für die Fluglehre hat mich auch zur Erforschung der Frage geführt, ob die Fliehkraft etwa „*beschleunigend*" auf die Fortbewegung eines dynamischen Luftschiffes zu wirken vermag, indem sich als Resultierende aus Fliehkraft und Schwerkraft, dieselben rechtwinklig zu einander gedacht, eine Kraft ergäbe, welche grösser wäre, als eine der beiden Kräfte und nicht eine lotrechte, sondern eine schräge Richtung (nach vor- und abwärts) des bewegten Körpers hätte, zumal ja in den Lehrbüchern über Mechanik die Wirkungen beider Kräfte als „Beschleunigungsfaktoren" dargestellt erscheinen.

Diese Frage führte mich denn zu einer gründlichen Vertiefung über das Wesen der Fliehkraft und damit im Zusammenhange in eine Durchforschung der *Newton*'schen Gravitationstheorie, und ich musste infolgedessen zu meinem Bedauern gar bald einsehen, dass meine Vermutung, die Fliehkraft könne vielleicht beschleunigend auf Fortbewegung eines dynamischen Luftschiffes wirken, eine vollkommen irrige ist, indem die Fliehkraft nicht als eine Kraft, sondern nur als eine Reaktion aufgefasst werden kann, die derjenigen Kraft, welche den in tangentialer, geradliniger Richtung fortbewegten Körper in eine kreis-, ellipsen- oder bogenförmige Bewegung zwingt, entgegenwirkt. ***Die Fliehkraft ist nur eine Reaktion gegen die Aenderung des Beharrungszustandes eines geradlinig sich fortbewegenden Körpers, genau so, wie die von mir bezeichnete Reaktivkraft nur eine Reaktion ist gegen die Aenderung des Beharrungszustandes eines Körpers, aus dem Zustande der Ruhe in den Zustand der Bewegung oder aus dem Zustand der Bewegung von geringer Geschwindigkeit in den Zustand der Bewegung von grösserer Geschwindigkeit überzugehen.***

Ist die Fliehkraft aber thatsächlich nur eine Reaktion gegen Aenderung geradliniger Bewegung, woran gar nicht zu zweifeln ist, dann ergibt sich gerade das umgekehrte von dem, was ich von ihr erhofft, dann wird sie nicht *beschleunigend*, sondern *hemmend* auf die Bewegung eines kreisenden Körpers und in gleicher Weise auch auf die Rotation eines Körpers wirken, welche Schlussfolgerung durch die Thatsache an Bedeutung gewinnt, dass die Geschwindigkeit der Rotation der Erde (Differenz zwischen mittlerer und faktischer Tageszeit) zu- und abnimmt, je nachdem die Geschwindigkeit der Bewegung der Erde um die Sonne grösser oder kleiner ist.

Sollte diese Schlussfolgerung allgemein als richtig erkannt werden, dann müsste dadurch die These eine grosse Einbusse erleiden, welche lehrt, dass ein Körper im Zustande der Bewegung in unbegrenzter Dauer verharrt, wenn er keine Widerstände zu überwinden hat, eine These, die um so merkwürdiger ist, als derselben der von Dr. *Max Planck* in seinem Werke: „*Das Prinzip der Erhaltung der Energie*" aufgestellte Satz: „Die Unmöglichkeit eines Perpetuum mobile ist ein Naturgesetz" gegenübersteht. Jedenfalls aber schützt mich die Schlussfolgerung vor dem Verdachte, wie ihn *Steffen* in *D. p. J.* 1899 **314** 80 hegt, als ob ich glauben würde, das Bestreben eines bewegten

[1]) Unter Flugwind ist nach Dr. *Ahlborn* der Luftwiderstand zu verstehen, den eine Fläche zu überwinden hat, wenn sie gegen ruhende Luft bewegt wird, welche Bezeichnung zweckmässig ist, da sie ein mehr aktives als passives Verhalten des Luftwiderstandes ausdrückt, was den Wirkungen besser entspricht.



Körpers im Zustande der Bewegung zu verharren, erkläre den Segelflug; es wird vielmehr klar werden, dass ich mit Reaktivkraft nicht dieses Bestreben, sondern diejenige Reaktion des Flugkörpers meine, die infolge Stoss des Stirnwindes auf *Aenderung* des Beharrungszustandes der Bewegung von geringer Geschwindigkeit in Bewegung grösserer Geschwindigkeit wirkt, wie es der *Bazin*'sche Versuch und die Versuche von Prof. *Wellner* und *v. Loessl* zeigen.

Die Bedeutung der Fliehkraft für die Fluglehre erweckt aber noch in einer anderen Richtung unser Interesse.

Wenn nämlich die Fliehkraft infolge der Erdrundung der vom Luftwiderstande auf 0,001 m pro Sekunde verminderten Sinkgeschwindigkeit der Schwerkraft schon bei einer Tangentialgeschwindigkeit des Flugkörpers von 113 m pro Sekunde die Wage hält, dann ist auch die Möglichkeit nicht ausgeschlossen, dass diese verminderte Schwerkraft an Grösse von der Fliehkraft sogar übertroffen wird, sei es, dass die verminderte Sinkgeschwindigkeit von 0,001 m schon bei einer geringeren Tangentialgeschwindigkeit eintritt, oder dass eine höhere Tangentialgeschwindigkeit erreichbar wäre und infolgedessen erhebt sich die Frage:

Was geschieht, wenn die Fliehkraft grösser wird als die verminderte Schwerkraft?

Für die Planetenbewegungen ist die Antwort auf diese Frage schon untersucht worden, jedoch ohne dass es gelungen wäre, dieselbe zu einem vollkommen befriedigenden Abschluss zu bringen, was daraus zu ersehen ist, dass *Karl Freiherr du Prel* in seiner *Entwickelungsgeschichte des Weltalles*, S. 191, glaubte, ein Planet könne nur dann dauernd um die Sonne laufen, wenn Schwerkraft und Zentrifugalkraft sich gerade ausgleichen, während jedes Ueberwiegen der Schwerkraft die Vereinigung des Planeten mit der Sonne, dagegen jedes Ueberwiegen der Zentrifugalkraft seine Entfernung auf Nimmerwiedersehen herbeiführen müsse, eine Ansicht, die allerdings schon von Prof. *Oswald Köhler* in seinem Werke: „*Weltschöpfung und Weltuntergang*“, Stuttgart 1890, als unrichtig bekämpft wurde.

Eine kreisförmige Bahn eines Planeten um die Sonne wäre allerdings nur dann möglich, wenn Schwerkraft und Fliehkraft gleich gross wären.

Nun bewegen sich aber die Planeten nicht in kreisförmigen, sondern in ellipsenförmigen Bahnen um die Sonne, was zur Folge hat, dass sie sich während eines Umlaufes einmal von der Sonne entfernen und einmal derselben wieder nähern müssen, was doch offenbar nur dann möglich ist, wenn einmal die Fliehkraft grösser als die Schwerkraft, das anderemal die Schwerkraft grösser als die Fliehkraft ist; denn bei gleicher Grösse beider Kräfte kann sich der Abstand des Planeten von der Sonne weder vergrössern noch vermindern, und bei unverändertem, stets gleich grossem Abstande eines Planeten von der Sonne ergibt sich selbstredend keine ellipsenförmige, sondern eine kreisförmige Bahn des Planeten.

Die Rechnung zeigt denn auch in der That, dass die vorstehende Schlussfolgerung richtig ist.

Bekanntlich beträgt die Entfernung der Erde von der Sonne in Sonnenhalbmessern, diese zu 692 700 km angenommen

im Aphel 218,175 Sonnenhalbmesser
im Perihel 210,971 „

Wenn die Erde aus diesen Entfernungen lotrecht gegen die Sonne fallen könnte, so würde der Fallweg in der ersten Sekunde betragen, wenn auf der Sonnenoberfläche der Fallweg in der ersten Sekunde 136 m beträgt:

$$\text{im Aphel } \frac{136 \text{ m}}{218{,}175^2} = 2{,}856 \text{ mm}$$

$$\text{im Perihel } \frac{136 \text{ m}}{210{,}971^2} = 3{,}055 \text{ mm.}$$

Diesen beiden Fallweggrössen wäre aber die Fliehkraft nur dann vollkommen gleich, wenn die Tangentialgeschwindigkeit der Erde

$$\text{im Aphel } \sqrt{2{,}856 \text{ mm} \times 302\,260\,000 \text{ km}} = 29\,381 \text{ m}$$

$$\text{im Perihel } \sqrt{3{,}055 \text{ mm} \times 292\,280\,000 \text{ km}} = 29\,881 \text{ m}$$

betragen, wenn sie einen Kreis mit einem Halbmesser gleich dem Aphel- bezw. Perihelabstande beschreiben würde.

Da aber die faktisch beobachtete Tangentialgeschwindigkeit der Erde

im Aphel nicht 29 381 m, sondern 29 100 m
im Perihel nicht 29 881 m, sondern 30 090 m

beträgt, so ergibt sich daraus eine Fliehkraft in der Grösse von

$$\text{im Aphel } \frac{29\,100^2}{302\,260\,000\,000} = 2{,}800 \text{ mm}$$

$$\text{im Perihel } \frac{30\,090^2}{292\,280\,000\,000} = 3{,}095 \text{ mm,}$$

die somit im Aphel um 0,056 mm kleiner,
im Perihel dagegen um 0,040 mm grösser

ist, als die Schwerkraft.

Wie aber die Erde nicht davon fliegt, trotzdem ihre Fliehkraft im Perihel grösser ist als die Anziehungskraft der Sonne, so wird auch ein dynamisches Luftschiff nicht davonfliegen können, wenn die Fliehkraft desselben grösser ist als die um den Luftwiderstand verminderte Schwerkraft der Erde.

Während *Freiherr du Prel* in einem Ueberwiegen der Schwerkraft über die Fliehkraft einen Sturz des Planeten in die Sonne, und in einem Ueberwiegen der Fliehkraft über die Schwerkraft ein Davonfliegen des Planeten von der Sonne auf Nimmerwiedersehen befürchtete, erblicken wir dagegen mit Prof. *Oswald Köhler* gerade darin die grösste Bürgschaft für den *dauernden* Fortbestand der Planetenbewegung, denn, sowie sich der Planet im Perihel seiner ellipsenförmigen Bahn dem Sturze in die Sonne nähert, ist die Fliehkraft grösser als die Schwerkraft und verhindert den Sturz, während durch das Ueberwiegen der Schwerkraft über die Fliehkraft im Aphel ein weiteres Davonfliegen des Planeten verhindert wird.

Durch diese wertvolle Erkenntnis wird nicht nur der von Dr. *Max Planck* aufgestellte Satz: „Die Unmöglichkeit eines Perpetuum mobile ist ein Naturgesetz“ vollkommen entkräftet, sondern auch das Vertrauen geweckt, das zu einer gedeihlichen Weiterentwickelung des in *D. p. J.* 1900 **315** 207 [2]) angeregten, auf die Lösbarkeit des Problems eines Perpetuum mobile abzielenden Gedankens erforderlich ist, weil aus der Erkenntnis hervorgeht, dass die Planetenbewegung nicht durch „das Bestreben im Zustande der Bewegung zu beharren“ (Beharrungsgesetz), sondern durch das Kräftespiel zwischen Schwerkraft und Fliehkraft aufrecht erhalten wird, und sie infolgedessen von unbegrenzter Dauer sein muss.

Es verdient weiter die östliche Abweichung eines freifallenden Körpers von der Lotlinie und deren Einfluss auf ein dynamisches Luftschiff eine kurze Betrachtung.

Dass ein freifallender Körper nicht lotrecht, sondern etwas schräg nach Osten fällt, ist durch Versuche genügend sichergestellt, die Ursache dieser Erscheinung ist bekannt.

Erwägen wir aber, dass die aus der Rotation der Erde sich ergebende Fliehkraft stets senkrecht zur *Erdachse*, die Schwerkraft aber senkrecht zum *Mittelpunkte* der Erde gerichtet ist, so ergibt sich daraus eine Resultierende, die ein ganz geringes Abweichen des freifallenden Körpers auf der nördlichen Halbkugel nach Süden, auf der südlichen Halbkugel nach Norden bewirken muss. Ein dynamisches Luftschiff müsste bei einer nach Osten gerichteten Bewegung infolge des Einflusses dieser Kräfte auf der nördlichen und südlichen Halbkugel ein Bestreben zeigen, sich dem Aequator zu nähern.

Da die Sonne ebenfalls rotiert, wie die Erde, so ist auch auf der Sonne die Fliehkraft infolge ihrer Rotation stets senkrecht zu ihrer *Rotationsachse*, ihre Schwerkraft aber senkrecht zu ihrem *Mittelpunkte* gerichtet, woraus sich gleichfalls eine Resultierende ergibt, welche nicht ein lotrechtes, sondern ein schräges Fallen eines Planeten gegen die Sonne zur Folge haben muss, wenn der Planet sich nördlich oder südlich des Sonnenäquators gegen Osten um die Sonne bewegt. Und in der That bewegen sich alle Planeten bei ihrer nach Osten gerichteten Bewegung derart schräg gegen eine durch den Aequator der Sonne gedachte Vertikalebene, dass sie dieselbe bei einem einmaligen Umlauf zweimal passieren, was uns unter dem Namen Schiefe der Ekliptik bekannt ist, deren Ursache uns aber in dieser Weise bisher nicht erklärt wurde. Also auch in diesem Falle ist ein unaufhörliches Wirken von Schwerkraft und Fliehkraft nicht zu verkennen und macht dies die Annahme hinfällig, als ob die Bewegung eines Planeten schräg zur Ekliptik bloss auf dem Beharrungsgesetz allein beruhen würde, indem der Planet die Richtung der Bewegung beibehalte, die der Planet im Augenblicke seiner Entstehung durch den hypothetisch angenommenen Stoss einer Kraft erhalten habe.

Wenn wir sehen, wie das Schweben und die Bewegung der Planeten durch die einfachen Wirkungen der Schwerkraft und Fliehkraft allein erhalten wird, so wird uns klar, dass das Schweben und die Bewegung dynamischer Luftschiffe noch viel leichter möglich sein muss, für welche nebst den beiden Kräften auch der Luftwiderstand und maschinelle Kräfte zur Wirksamkeit gelangen. — Wir haben aber schon in *D. p. J.* 1899 **313** * 134 bemerkt, dass noch keine Klarheit darüber besteht, in welcher Eigenschaft das Luftschiffgewicht gegen den Luftwiderstand (Flugwind) wirkt, ob lediglich als Gewicht oder als lebendige Kraft $\left(\frac{Mv^2}{2}\right)$; diese Unklarheit hat wohl mit dazu beigetragen, dass uns die praktische Lösung des Flugproblems noch immer nicht gelungen ist, und das veranlasst uns, diesen Punkt noch einer näheren Betrachtung zu unterziehen.

Es wurde bisher mit Hartnäckigkeit daran festgehalten, dass das Luftschiffgewicht nicht in der Eigenschaft als lebendige Kraft $\left(\frac{Mv^2}{2}\right)$ und in der Richtung *schräg* nach vor- und abwärts, sondern stets nur in der Eigenschaft als Gewicht *lotrecht* gegen den Luftwiderstand wirkt; es ist mir aber nicht gelungen, den Grund dieser Ansicht kennen zu lernen.

Wird ein Körper in horizontaler Richtung geworfen, so wird

[2]) Wir verweisen auf die Fussnote [1]) S. 207 d. Bd. D. R.

derselbe unter der Einwirkung der Schwere und der Wurfkraft selbstredend in *schräger* Richtung auf dem Boden auffallen und die Kraft, mit welcher derselbe gegen die Auffallstelle wirkt, wird nicht gleich sein seinem Gewichte, sondern einer Komponente seiner lebendigen Kraft $\left(\frac{Mv^2}{2}\right)$.

In gleichem Falle befindet sich nun doch wohl auch ein dynamisches Luftfahrzeug beim Schwingenflug, indem es bei dieser Flugart bei tangentialer Fortbewegung abwechselnd sinkt und steigt, so dass es während des Sinkens mit seinen Horizontaltragflächen nicht mit seinem Gewichte, sondern mit einer Komponente seiner lebendigen Kraft $\left(\frac{Mv^2}{2}\right)$ abwärts gegen den Luftwiderstand (Flugwind) wirken wird. Der Flugwind (Luftwiderstand) hat danach nicht dem Gewichte, sondern einer Komponente der lebendigen Kraft $\left(\frac{Mv^2}{2}\right)$ des Fahrzeuges das Gleichgewicht zu halten, um Schweben zu ermöglichen.

Die Gleichung hierfür wird also, auf den Kräfteplan in *D. p. J.* 1899 **318** * 134 Fig. 5 angewendet, zu lauten haben:

$$\frac{Mv^2}{2} \sin \sphericalangle \overline{dca} = \frac{\gamma}{g} Fv^2 \sin \sphericalangle \overline{fcb}.$$

Durch den ersten Teil der Gleichung ist die lotrecht gerichtete Komponente der lebendigen Kraft $\left(\frac{Mv^2}{2}\right)$ des Luftfahrzeuges, durch den zweiten Teil der Gleichung dagegen ist die Komponente der Kraft des schräg nach rück- und aufwärts wirkenden Flugwindes ausgedrückt. In dem zweiten Teile der Gleichung bedeutet γ das spezifische Gewicht eines Kubikmeters Luft, g die Beschleunigung (9,81 m pro Sekunde), F den Flächeninhalt der Luftfahrzeugtragflächen in Quadratmetern.

Die Komponente der lebendigen Kraft des Luftfahrzeuges $\frac{Mv^2}{2} \cos \sphericalangle \overline{dca}$ wirkt, wie schon in *D. p. J.* 1899 **313** 134 erwähnt, auf Vortrieb des Fahrzeuges, während die Komponente des Flugwindes $\frac{\gamma}{g} Fv^2 \cos \sphericalangle \overline{fcb}$ wirkungslos an den Tragflächen entlang streicht.

Eine nähere Prüfung darüber, ob die Anwendung des Parallelogrammgesetzes auf die *Zerlegung einer Kraft* in *zwei Seitenkräfte* richtige Rechnungsergebnisse liefert, führte mich zu der Ueberzeugung, dass diese Ergebnisse um so viel zu gross sind, als die beiden Katheten eines rechtwinkligen Dreieckes zu einander addiert grösser sind, als die Hypothenuse des Dreieckes, und dieser Ueberzeugung gemäss hätten die Gleichungen für das Schweben und den Vortrieb wie folgt zu lauten, um zu richtigen Rechnungsergebnissen zu gelangen:

Für das Schweben:

$$\frac{Mv^2}{2} \cdot \frac{\sin \sphericalangle \overline{dca}}{\sin \sphericalangle \overline{dca} + \cos \sphericalangle \overline{dca}} = \frac{\gamma}{g} Fv^2 \cdot \frac{\sin \sphericalangle \overline{fcb}}{\sin \sphericalangle \overline{fcb} + \cos \sphericalangle \overline{fcb}}$$

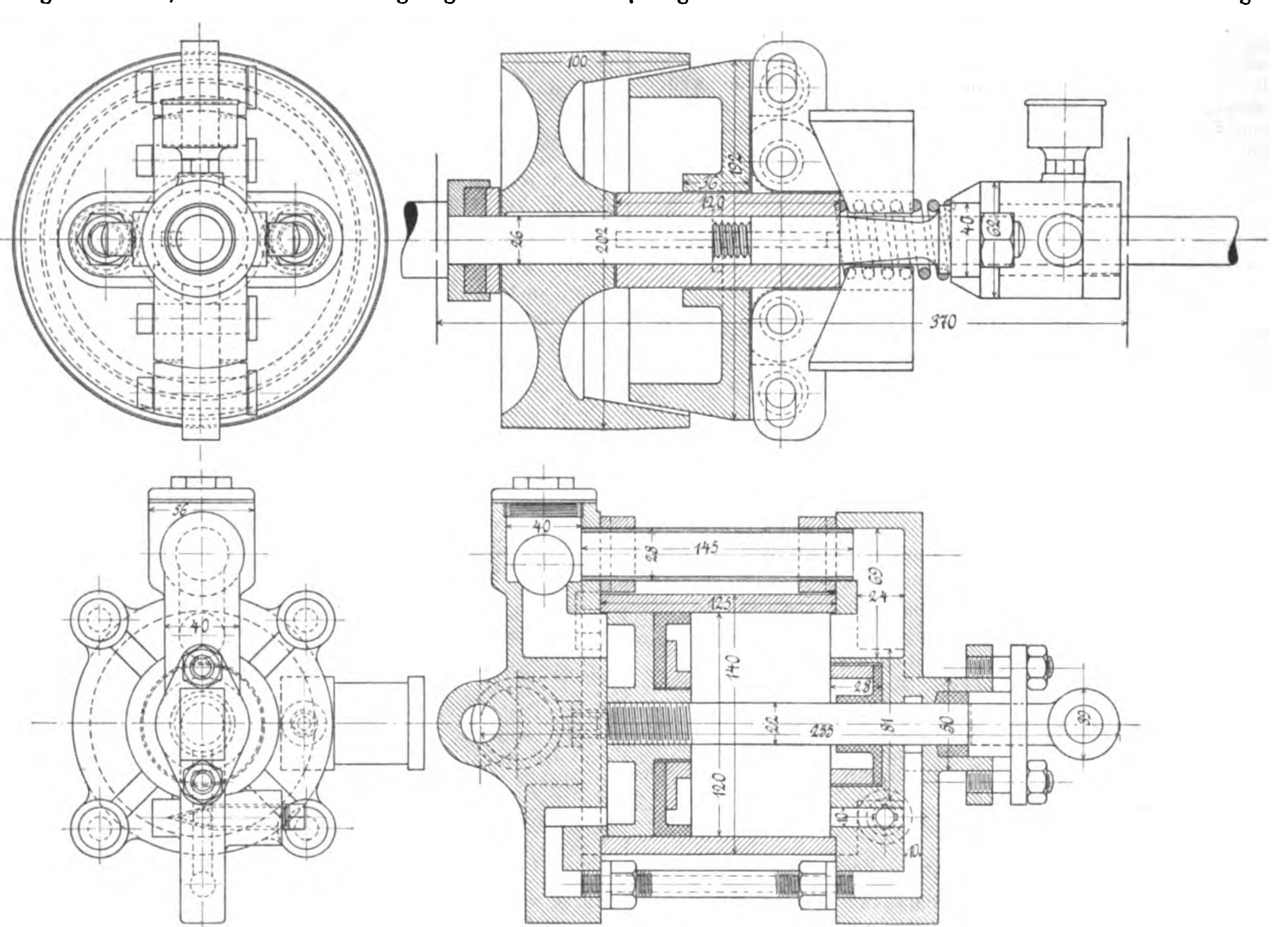
Für den Vortrieb:

$$\frac{Mv^2}{2} \cdot \frac{\cos \sphericalangle \overline{dca}}{\sin \sphericalangle \overline{dca} + \cos \sphericalangle \overline{dca}}.$$

Kleinere Mitteilungen.

Reibungskuppelung mit stossfreier Einrückung.

Schon seit vielen Jahren ist man bestrebt, eine Reibungskuppelung zu schaffen, die allen Anforderungen gewachsen wäre. Dies wäre schon längst gelungen, wenn man sich die richtigen Anhaltspunkte hätte vor Augen stellen können. So z. B. war die Frage zu erörtern, wie baut man eine gute automatische Reibungskuppelung für unbelasteten Anlauf von Maschinen und Motoren?



Zu diesem Zwecke hätte man sich folgende Punkte vor Augen halten müssen: 1. das Einrücken müsste zuverlässig durch eine Flüssigkeit reguliert werden können. 2. Die Flüssigkeit dürfte weiter nichts als das plötzliche Einrücken hindern und 3. die Flüssigkeit dürfte nicht der Rotation ausgesetzt werden.



Diese Punkte leiteten den Techniker *Karl Heinze* in Neu-Kreibitz an der Böhmischen Nordbahn bei seiner durch D. R. P. Nr. 101 740 geschützten Ausführung, welche wir an dieser Stelle etwas genauer beschreiben wollen. Die Kuppelung setzt sich aus der eigentlichen Kuppelung und dem Automaten zusammen.

Die Reibungskuppelung selbst besteht 1. aus dem auf der Welle fest aufgekeilten Joch, welches zwei Scharniere trägt, worin die Schwungkörper gelagert sind. 2. Aus den Schwungkörpern selbst. 3. Aus dem längs der Achse verschiebbaren Kuppelungskonus, welcher wieder durch Schlitzscharniere mit den Schwungkörpern einerseits und durch zwei Führungsbolzen mit dem auf der Welle fest aufgekeilten Joch andererseits verbunden ist. 4. Aus der lose gehenden, mit einer Seite an einen Wellenansatz oder Stossring anliegenden Riemenscheibe mit dem eingepassten Konus und 5. aus dem mit dem Führungsbolzen zusammenhängenden Zugstück und der Rückdruckfeder. Der Automat hingegen ist weiter nichts als ein Kolbenpumpwerk, welches beim Herausziehen der Kolbenstange bezw. Kolbens die Flüssigkeit vor dem Kolben unter Druck setzt und dieselbe direkt durch ein regulierbares Ventil hinter dem Kolben liefert. Da nun durch das Herausziehen der Kolbenstange ein grösserer Raum frei und durch das Hineinschieben derselben ein grösseres Quantum verdrängt wird, so muss man diesem Umstande in der Weise abhelfen, dass man einen geeigneten Vakuumbehälter, besser Vakuumregulator anbringt.

Die Wirkungsweise der Kuppelung ist folgende:

Sobald die Welle, auf welcher das Joch der Kuppelung fest aufgekeilt ist, in Rotation tritt, haben die Schwungkörper das Bestreben, sich nach der äussersten Peripherie zu bewegen, welche Bewegung jedoch, durch geeignete Verbindung der Kuppelung mit dem Automat nur nach Massgabe der Stellung des sich im Automat befindenden Regulierventils erfolgen kann.

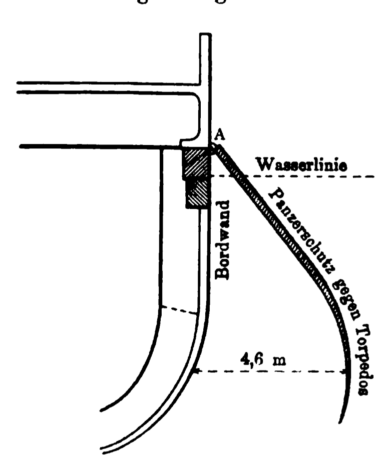
Die Bewegung kann infolgedessen nur langsam vor sich gehen und dadurch ist es möglich, dass der Kuppelungskonus die Riemenscheibe nur ganz allmählich mitnehmen kann.

Sobald nun die Kuppelung eingerückt ist, wirkt der Automat der Schwungkraft nicht mehr entgegen, sondern bloss die Rückdruckfeder in der Kuppelung allein. Der Druck der Feder ist aber gering, da er weiter nichts zu thun hat, als die Kuppelung, sobald sie in Ruhe (ausser Rotation) kommt, zu lösen und den Kolben im Automat zurückzudrücken, welche Bewegung auch sehr leicht vor sich geht, da die Flüssigkeit beim Rückgang einen genügend grossen Kanal passiert.

Weiche Körper, wie Gummi, Leder u. a. m. müssen unbedingt vermieden werden, da dieses ein dauernd gutes Funktionieren der Kuppelung benachteiligt. Nach Angabe des Erfinders soll es zweckdienlich sein, wenn man die Reibungsflächen der Kuppelung, z. B. bei Elektromotoren, etwas schmiert. Auch soll erwiesen sein, dass die automatische Kuppelung für Elektromotoren soweit durchgeführt werden kann, dass die Kuppelung eine Ueberlastung des Motors gar nicht zulässt.

Torpedoschutz durch Panzerplatten.

Von den beiden im Bau befindlichen russischen Linienschiffen *Borodino* auf der Admiralitätswerft der Newa und *Orel* auf der Werft der Galeereninsel zu St. Petersburg, wird gemeldet, sie würden einen *Panzerschutz gegen Torpedoangriffe* erhalten, dessen Stärke 3,7 cm beträgt, während von dem Linienschiff *Caesarewitsch*, ebenfalls zu St. Petersburg im Bau, verlautet, es erhielte die bisher allgemein gebräuchlichen Schutznetze, System *Bullivant*, die in der französischen Marine übrigens abgeschafft sind. Der neuartige Panzerschutz dürfte nach dem System Dr. *G. Horatio Jones* ausgeführt werden, das auch in England versucht sein soll. Es verlautete, das Linienschiff *Canopus* solle ihn erhalten haben, doch ist *Canopus* inzwischen der britischen Mittelmeerflotte zugeteilt worden und führt Bullivant-Netze mit einigen Verbesserungen, die zuerst beim Linienschiff *Mars* des Kanalgeschwaders geprobt wurden und schnelleres Ausbringen und Einnehmen der Netze gestatten. Der Panzerschutz *Jones* besteht aus Stahlplatten, welche der Form des Schiffskörpers angepasst sind, und, wenn als Schutz ausgebracht, um den eigentlichen Schiffskörper in Entfernung von 4,6 m gleichsam einen zweiten schaffen, an welchem die Wirkung der Torpedotreffer zerschellen soll. Diese Platten sind um ein Scharnier *A* im Schiffskörper drehbar und liegen gewöhnlich am Schiffsrumpf dicht an.



Ausgebracht werden sie durch Trossen, die an den Davits befestigt sind, und man sagt der neuen Konstruktion nach, dass das Ausbringen nicht viel Zeit erfordert, namentlich aber das Einnehmen, in diesem Falle also nur ein Anklappen an den Rumpf, durch Nachlassen der Haltetrossen schnell geschehen kann. Es wird behauptet, dass dieser Schutz, der sich natürlich auf Bug und Heck nicht erstreckt, die Fahrt der Schiffe nicht erheblich hindert. Falls die russischen Linienschiffe diesen Schutz erhalten, dürfte die angegebene Stärke von 3,7 cm stimmen. Diese Stärke müssten die Platten mindestens besitzen, um sich beim Anziehen der Trossen nicht zu verbiegen. Weil aber ein Verbiegen leicht eintreten kann, das dann natürlich die Fahrt ausserordentlich beeinflusst, und weil das genaue Anliegen der Platten an den Schiffskörper mit Schwierigkeiten verbunden sein muss, auch ein solches enges Anliegen auf lange Zeit, und es ist der Normalzustand, dem Rumpf unmöglich vorteilhaft sein kann, ist die Panzerabwehr gegen Torpedotreffer keineswegs einwandfrei oder gar ideal zu nennen.

Deutsche Riesenunternehmungen an der Wende des Jahrhunderts.

Unternehmungen, die ständig mehr als 1000 Personen beschäftigen, bezeichnet die amtliche Reichsstatistik als Riesenunternehmungen. Aber die Zahl der in ihnen thätigen Personen ist nur ein äusseres, für den Statistiker allerdings notwendiges Merkmal der Klassifikation. Das bedeutendste Kennzeichen ist die Betriebskonzentration. In dieser Hinsicht bemerkt die unlängst veröffentlichte amtliche Statistik über Gewerbe und Handel: „Ihre gewaltige Ausdehnung haben die Riesenunternehmungen vornehmlich dadurch erhalten, dass verschiedenartige Gewerbebetriebe zu einem Gesamtbetrieb, zu einem wirtschaftlichen Ganzen, vereinigt wurden. Die Tendenz der Vergrösserung hält aber noch an, sie zeigt sich gerade bei den ausgedehntesten Unternehmungen: entweder wird der eigentliche Stammbetrieb erweitert, oder es werden mit ihm Teilbetriebe mannigfaltigster Art kombiniert. Zweck dieser Kombinationen ist, dem Hauptbetrieb die Teilfabrikate anderer Gewerbe, die im ersteren viel und regelmässig gebraucht werden, möglichst einfach und billig zuzuführen, oder die eigenen Produkte selbst weiter zu verarbeiten, oder man bezweckt eine rationelle Verwertung der Nebenprodukte, oder man will sich vom Markt überhaupt unabhängiger machen.“ Solcher Riesenunternehmungen wurden bei der grossen Berufszählung vom 14. Juni 1895 in Deutschland insgesamt 296 gezählt; sie beschäftigen weit über eine halbe Million Arbeiter, also durchschnittlich je fast 2000, und die in ihnen verwendeten motorischen Kräfte repräsentieren eine Leistung von zwei Drittel Millionen Pferdestärken. Die erwähnte Veröffentlichung des kaiserlichen statistischen Amts hat sich das Verdienst erworben, an der Hand konkreter Beispiele ein anschauliches Bild von der Grossartigkeit dieser Riesenunternehmungen zu entwerfen, wobei sie sich neben der letzten gewerblichen Betriebszählung auf eigens im Lauf der Monate September und Oktober 1899 über den neuesten Stand eingeholte Nachweise stützt und somit zeigt, wie deutsche Riesenunternehmungen jetzt an der Wende des Jahrhunderts aussehen. Es sind zehn solcher Unternehmungen aus den verschiedensten Gebieten von Gewerbe und Handel gewählt worden: die Werke und Anlagen der Firma *Friedrich Krupp*, die *Stettiner Maschinenbau-Aktiengesellschaft Vulkan*, die *Badische Anilin- und Sodafabrik* in Ludwigshafen, die Weberei von *Hermann Wünsche's Erben* in Ebersbach in Sachsen, die *Schultheiss' Brauereiaktiengesellschaft* in Berlin, das Warenhaus *A. Wertheim* in Berlin, die *Berliner Elektrizitätswerke*, die *Grosse Berliner Strassenbahn*, die *Hamburg-Amerika-Linie* in Hamburg und die *Deutsche Bank* in Berlin. Es liegt ein eigener Reiz in den trockenen Zahlen und Daten, die anscheinend so nüchtern und geschäftsmässig die Grösse dieser Unternehmungen vorführen. Unversehens gewinnen sie Leben, Gestalt und Farbe. Man sieht förmlich, wie ganze industrielle Provinzen entstehen, in denen Geist und Hand sich in ihrer Arbeit gegenseitig unterstützen. Hier sieht man, wie ein dichtgeschlungenes Netz von Eisenschienen eine Riesenstadt überzieht, dort, wie Dampfschiffrouten sich um die Erde spannen. Die Milliarden strömen in einer Riesenbank aus und ein, und in einem Grossmagazin häufen sich die einlaufenden Mark- und Nickelstücke zu Millionen. Es würde zu weit führen, alle diese Betriebe im einzelnen an der Hand der Statistik zu durchwandern. Aber drei von ihnen mögen hier eine etwas nähere Betrachtung erfahren: die *Krupp*schen Werke, die *Hamburg-Amerika-Linie* und der *Stettiner Vulkan.* Sind sie doch die mächtigsten Repräsentanten der modernen Grossindustrie und des Weltverkehrs.

Im Jahre 1832 beschäftigte die Firma *Friedrich Krupp* 10 Arbeiter, am 1. August 1899 aber 44 087 Beamte und Arbeiter; mehr als 100 000 Menschen beziehen also von diesem einen Privatunternehmen ihren Lebensunterhalt; mancher deutsche Einzelstaat hat nicht so viele Bewohner. Das Hauptwerk ist die Gussstahlfabrik in Essen mit fast 26 000 Arbeitern und Beamten. Diese Fabrik ist eine Welt für sich. Alles, was zur Herstellung

ihrer Erzeugnisse dient, wird im eigenen Betrieb gewonnen; neben den riesigen Bessemer-Stahlwerken, den Geschossgiessereien, dem Panzerplattenwerk und Hunderten von Schmieden und Hammerwerken finden wir auch eine Schneiderei, eine Buchbinderei, Sägewerke, Tischlereien, Ziegeleien, Steinbrüche. Das Gaswerk der Fabrik ist seiner Produktion nach das sechstgrösste unter den sämtlichen deutschen Gasanstalten; es lieferte 1897/98 über 17 Millionen Kubikmeter; mehr als die Stadt Breslau verbraucht hat. Das Wasserwerk kommt in seiner Leistungsfähigkeit dem der Stadt Frankfurt a. M. gleich. An Kohlen verbrauchen die sämtlichen Werke täglich 80000 Zentner. Zur Vermittelung des Verkehrs auf dem Essener Werk dienen Eisenbahnen mit 100 km Geleise, sowie ein Telegraphennetz mit 80 km und ein Telephonnetz mit 297 km Leitung. Zu dem Essener Werk aber kommen noch folgende Etablissements: das Stahlwerk in Annen, das Grusonwerk in Buckau bei Magdeburg, 4 Hochofenanlagen, 1 Hütte, 4 Kohlengruben nebst Beteiligung an anderen Zechen, über 500 Eisensteingruben in Deutschland und Nordspanien, 1 Schiessplatz bei Meppen von 17 km Länge, 3 Seedampfer, verschiedene Steinbrüche, Thon- und Sandgruben und neuerdings die Germaniawerft in Kiel, die für den Kriegsschiffbau fortwährend bedeutend vergrössert wird.

Ebenbürtig diesem industriellen Riesenbetrieb, der in den Händen eines einzigen Privatmanns ruht, ist in ihrer Art die *Hamburg-Amerika-Linie* als grösste private Unternehmung für den Weltverkehr. Weitaus steht sie unter sämtlichen Dampfergesellschaften voran, sowohl was Zahl und Leistungsfähigkeit der Schiffe, als auch was die Ausdehnung ihres Verkehrsnetzes betrifft; auch an Zahl der beschäftigten Personen scheint dieser Betrieb unter sämtlichen Betrieben in Deutschland nach *Krupp* die grösste Unternehmung zu sein; wenigstens überragt sie hierin weit alle anderen in der amtlichen Veröffentlichung aufgeführten Etablissements. Im Dienst der Gesellschaft sind nämlich am Lande 8145 Personen, auf den 80 Ozeandampfern mit 411966 Registertonnen Bruttoraumgehalt 6120 Mann Besatzung und auf 76 Flussfahrzeugen noch 378 Mann beschäftigt, insgesamt also rund 14700 Personen. Ihre Hauptanlagen sind in Hamburg, wo die Gesellschaft Dock- und Reparaturwerkstätten, Anstalten für Proviant und Schiffsausrüstung, Landungsplätze für den Personen- und Güterverkehr, Kohlendepots u. s. w. besitzt; dazu kommen grössere Anlagen in Cuxhaven, Stettin, Swinemünde und im Ausland. Von Hamburg aus gehen Schnell- und Postdampferrouten nach New York, Baltimore, Philadelphia, Boston, Portland, Montreal, New Orleans und zahlreichen Plätzen Ostasiens; von Italien aus betreibt diese deutsche Gesellschaft Fahrten nach New York und dem La Plata, von Stettin nach New York, von New York nach Ostasien und Brasilien; endlich fährt sie in zehn Linien von Hamburg aus regelmässig nach Westindien, Mexiko, Zentralamerika und Nordbrasilien. Dazu kommen noch die Orient- und Nordlandreisen. Unter den Ozeandampfern der Gesellschaft befindet sich der Doppelschraubendampfer *Deutschland*, der an Schnelligkeit und komfortabler Einrichtung alles bisher Erreichte überflügelt. Die Gesellschaft brachte 1898 365 Reisen zur Ausführung, die dabei zurückgelegten Distanzen beziffern sich auf 3,5 Millionen Seemeilen; befördert wurden an Passagieren aller Klassen 74661 und an Gütern 2388640 cbm. Vor 13 Jahren noch betrug die Zahl der Reisen nur 154 mit 1,4 Millionen Seemeilen Distanz, 48131 Passagieren und 503862 cbm Gütern.

Als dritter Riesenbetrieb, der für den Weltverkehr in Betracht kommt, sei die *Maschinenbau-Aktiengesellschaft Vulkan* in Stettin genannt. Sie hat in Bredow bei Stettin eine Schiffswerft und eine Fabrik, verbunden mit Giesserei und Kesselschmiede. Beschäftigt sind dort gegenwärtig 7208 Personen, nämlich 3 Direktoren, 114 kaufmännische Angestellte und Rechnungsbeamte, 281 Ingenieure und Werkmeister, 6810 Arbeiter. Die Thätigkeit des Werftbetriebes erstreckt sich auf alle Typen von Schiffen, und zwar vom Torpedoboot bis zum grössten Panzerschiff und von den kleinsten Flussschiffen bis zu den grössten Ozeanschnelldampfern. Zum Bau der Schiffe stehen sieben Hellinge zur Verfügung, und zum Docken der Schiffe sind zwei grosse Schwimmdocks vorhanden. Einschliesslich der gegenwärtig im Bau befindlichen Schiffe sind insgesamt 249 Schiffe vom *Vulkan* erbaut worden, darunter 62 Kriegsschiffe, 138 Schraubendampfer für die Handelsmarine und 49 Raddampfer. Panzerschiffe und Kreuzer bis 10000 t Wasserverdrängung, die Kaiserjacht *Hohenzollern*, viele Torpedoboote, die grössten und schnellsten Handels- und Passagierdampfer, die die Welt besitzt, wie *Kaiser Wilhelm der Grosse* und *Deutschland*, auch Kriegsschiffe für fremde Regierungen zeugen von der Leistungsfähigkeit dieser Unternehmung.

Die Bedeutung solcher Riesenbetriebe für Staat und Gemeinwesen wird vom kaiserlichen statistischen Amt in folgenden treffenden Worten anerkannt: „Diese modernen Gebilde unserer volkswirtschaftlichen Organisation, in denen Tausende von Menschenhänden nebeneinander arbeiten und in ihrer Thätigkeit von gewaltigen Motoren und technisch sehr vervollkommneten Arbeitsmaschinen unterstützt werden, sind gemäss ihrer Verfassung, Ausdehnung und Produktivität von so weittragendem Einfluss auf die Volkswirtschaft, dass private und öffentliche Interessen in ihnen aufs engste verbunden erscheinen. Die in ihrer sozialen Stellung, verschiedensten Klassen von Familien sind in ihrer wirtschaftlichen Existenz von ihnen abhängig, zunächst die leitenden Persönlichkeiten, die Aktionäre, stillen Teilhaber, sonstige Kapitalinteressenten, die Gläubiger, die Techniker, Werkmeister und Arbeiter. Daneben verfolgen Hunderte und Tausende von Kunden aus Nah und Fern das Geschäft; zahlreiche Händler, Lieferanten, Konkurrenten, endlich die Nachbarn, die ganze Stadt, der Kreis, die Provinz haben Interesse am Auf- oder Niedergang der ganzen Unternehmung. Die Lage, die baulichen Einrichtungen, die guten oder schlechten Verkehrsbeziehungen des Grossbetriebs werden zu einer Gemeinde- und Bezirksangelegenheit; von dem Betrieb werden Schulwesen, Steuerkraft, Bevölkerungszuwachs, Art der Siedlung und Grundeigentumsverteilung beeinflusst. Diese volkswirtschaftliche Bedeutung kommt mehr oder minder allen grösseren Unternehmungen zu, insonderheit aber den Riesenunternehmungen: bei ihnen tritt der öffentliche, gemeindeähnliche Charakter ganz besonders deutlich hervor.“ Ihre Leistungen aber, das sei noch mit besonderer Genugthuung hinzugefügt, tragen das Ansehen des deutschen Gewerbefleisses und Verkehrswesens ruhmreich durch die ganze Welt!

Bücherschau.

Das ländliche Wohnhaus. Studie über praktische Anlage von kleinen Landhäusern und Cottages in Verbindung mit Gärten von *Alfred Reinhold*, Architekt, Dozent an der Gartenbauschule der k. k. Gartenbaugesellschaft. Mit 76 Abbildungen. Wien. A. Hartleben's Verlag. 6 Bogen Gr.-Oktav. Geh. 1 fl. 65 kr. = 3 M. Elegant geb. 2 fl. 20 kr. = 4 M.

Mit der Verbesserung der Verkehrsverhältnisse einer Grossstadt, welche eine rasche und bequeme Verbindung mit den entfernter gelegenen Teilen ermöglichen, wird auch die Erwerbung eines eigenen Hauses und Gartens erleichtert. Doch bleibt selbst unter diesen günstigeren Umständen ein solcher Wunsch nur einer geringen Zahl von Menschen erfüllbar, und auch für diese werden, wenn sie ein eigenes Heim gründen, die grösste Zweckmässigkeit und Wohnlichkeit bei entsprechender Billigkeit die Hauptmomente sein.

Die vorliegende Studie will keine Vorlagen für Baumeister bieten, da solche schon zur Genüge vorhanden sind; sie soll dem Bauherrn mit Hinweis auf Wohnhäuser, wie solche in anderen Ländern, besonders in England, ausgeführt wurden, Ideen bieten, sein Heim seinen Bedürfnissen entsprechend einzurichten. Dass hierbei auf eine zweckmässige Grundrissanlage, auf die Wohnlichkeit und die damit im innigsten Zusammenhange stehende innere Ausstattung das Hauptaugenmerk gerichtet wurde, dürfte dieser kleinen Schrift nicht zum Nachteile gereichen; denn im Laufe der Zeit wird sich auch bei uns der Ausspruch *Bacon*'s Geltung verschaffen: „Häuser sind zum Wohnen da, nicht zum Ansehen“, und man wird, nicht wie bis jetzt vielfach, der Aussenseite, sondern der Innenseite des Hauses mehr Beachtung schenken.

Wärmemotoren. Kurzgefasste Darstellung des gegenwärtigen Standes derselben in thermischer und wirtschaftlicher Beziehung unter spezieller Berücksichtigung des Diesel-Motors von *Alfred Musil*, o. ö. Professor an der k. k. Deutschen Technischen Hochschule in Brünn. Mit 31 eingedruckten Abbildungen. Braunschweig. Druck und Verlag von Friedrich Vieweg und Sohn. 1899. 106 S. Preis geh. 2,20 M., geb. 2,50 M.

Bei den heutigen allgemeinen Bestrebungen, den Brennstoff mit höchster Nutzwirkung zu verwenden, wobei seitens der Technik zur befriedigenden Lösung dieses Problems die grössten Anstrengungen gemacht werden und der Arbeitsprozess der Wärmemotoren auf wissenschaftlicher Grundlage aufgebaut wird, tritt die dringende Notwendigkeit, grössere Kreise von Technikern mit der wissenschaftlichen, speziell der thermischen und wirtschaftlichen Seite der Aufgabe vertraut zu machen, immer mehr zu Tage. Der Verfasser hat sich dieser dankenswerten Aufgabe mit Erfolg unterzogen, indem er in allgemeinverständlicher und ungezwungener Weise diejenigen Hauptpunkte der mechanischen Wärmetheorie in seine Ausführungen hineinzog, die für den richtigen Einblick in die thermischen und wirtschaftlichen Eigenheiten und Vorzüge der modernen Verbrennungsmaschine erforderlich sind; er setzt dabei nur Kenntnisse voraus, die auch dem Nichtakademiker eigen sind.

Arnold Bergsträsser Verlagsbuchhandlung (A. Kröner) Stuttgart.
Druck der Union Deutsche Verlagsgesellschaft ebendaselbst.

DINGLERS
POLYTECHNISCHES JOURNAL.

81. Jahrg., Bd. 315, Heft 15. Stuttgart, 14. April 1900.

Jährlich 52 Hefte in Quart. **Abonnementspreis** vierteljährlich 6 M., direkt franko unter Kreuzband für Deutschland und Oesterreich 6 M. 65 Pf., für das Ausland 7 M. 30 Pf. Redaktionelle Sendungen und Mitteilungen bittet man zu richten: An die Redaktion von „Dinglers Polytechn. Journal" in Stuttgart, die Expedition betreffende Schreiben an Arnold Bergsträsser Verlagsbuchhandlung (A. Kröner) Stuttgart.



Bericht über verschiedene Bauausführungen der Pariser Weltausstellung.

(Schluss von S. 213 d. Bd.)

Auch für die Ausführung der Erd- und Maurerarbeiten, die bei der Erbauung des *grossen Palais* im bedeutendsten Ausmasse erforderlich waren, sind alle modernen Behelfe und maschinellen Hilfseinrichtungen zur Verwendung gekommen, die nur immer zur Beschleunigung, Erleichterung oder sonstiger Förderung der Arbeiten beitragen konnten, wie beispielsweise elektrisch betriebene Pumpen, Aufzüge, Mörtelmischmaschinen u. s. w., sowie selbst eine provisorische, eigene Eisenbahn, deren Doppelgeleise bis zu einem improvisierten Ladeplatz ans Seineufer lief, wohin die Baumaterialien mittels Lastkränen zugeführt wurden. Zufolge der seinerzeitigen Ausschreibung des Wettbewerbes für die Pläne des *grossen Palais* hatten vier Architekten Entwürfe eingebracht, die alle grosse Vorzüge besassen, so dass man sie an entscheidender Stelle im gleichen Masse für würdig befand, ausgezeichnet zu werden. Um jeden der vier Wettbewerber zu befriedigen, teilte man den Bau, in ähnlicher Weise, wie dies etwas später auch hinsichtlich der Stahlkonstruktion geschehen ist, derart, dass *Deglane* die Ausführung des Vordertraktes, *Thomas* jene des Hintertraktes und *Louvet* die des Verbindungsflügels zugewiesen erhielt, wogegen die allgemeine Bauleitung, das Zusammenstimmen der drei Baulose und überhaupt die Wahrung einer gewissen Einheitlichkeit dem Schöpfer des *kleinen Palais*, Architekt *Giroult*, überantwortet wurde. Dank diesem letzteren Umstand und der gleichen Geschmacksrichtung der Zusammenwirkenden, die sämtlich mit dem Rompreis gekrönte, ehemalige Schüler der *Ecole des Beaux-arts* sind, hat die Harmonie des Ganzen durch die Vielköpfigkeit der Autoren in keiner Weise gelitten. Alle Fassaden bleiben in denselben prächtigen, aus der Blütezeit der Renaissancezeit überkommenen, griechisch-römischen Formen, die vorliegendenfalls allerdings ganz modernen Gebilden als klassisches Kleid zu dienen haben. Hierin liegt ein gewisser Zwiespalt, welcher trotz der Schönheit und Eleganz der Einzelheiten, wie viele Kunstkritiker behaupten, keineswegs so glücklich gelöst erscheint, als dass sich dem Beschauer nicht ein gewisses Mass von Unbefriedigung oder Befremden aufdrängen würde. Namentlich lässt die breite Kolonnade der Vorderfront deutlicher als es für den Eindruck, den sie hervorrufen soll, günstig ist, erkennen, dass sie nichts zu tragen hat und nur als Maske dient. Zu den vorher erwähnten prächtigen Einzelheiten gehören auch zwei bunte Mosaikfries an der Front des Vordertraktes und der Hauptfassade des Hintertraktes, von denen der erstere durch den Maler *Edouard Fournier* mit einer Darstellung der *„verschiedenen Kunstepochen"* und der letztere vom Maler *Joseph Blanc* mit einer Darstellung der *„Geschichte der Kunst"* künstlerisch geschmückt wurde. Mag das angeführte Urteil der Kritiker seine volle Berechtigung haben oder nicht, das *grosse Palais* besitzt für alle Fälle einen so reichen Schatz von Schönheit, dass es zu den prächtigsten und bewunderungswürdigsten Bauwerken zählt, die ihr Entstehen der Ausstellung verdanken, und nicht nur der letzteren, sondern ebensowohl der Weltstadt Paris bleibend zur Zierde gereichen wird.

Als würdiges Pendant hierzu steht auf der anderen Seite der *Avenue Nicolas II.*, parallel zum *grossen Palais* und in derselben Mittelachse das sogen. *„kleine Palais"*, das diesen Namen lediglich in Beziehung auf die riesigen Abmessungen seines Gegenstückes erhalten hat, denselben jedoch keineswegs verdient, da es 133 m lang und die Vortreppe mitgerechnet 99,5 m tief ist, und somit wohl selbst als ein ganz stattlicher Palast gelten darf. Dasselbe wurde genau nach dem preisgekrönten Entwurfe des Architekten *Charles Girault* ausgeführt, und war es die Pariser Bauunternehmungsfirma *Grouselle,* welche die Herstellung der gesamten Bauarbeiten übernommen und durchgeführt hat. Wie Fig. 65 und 66 ersehen lassen, besitzt der Grundriss des in Rede stehenden Bauwerkes die Form eines Trapezes; die längste Seite desselben bildet die an der *Avenue Nicolas II.* liegende Hauptfront, während sich die parallele kürzere Front der *Place de la Concorde* zukehrt. Von den beiden Seitenfronten wendet sich die in Fig. 65 und 66 rechts liegende dem *Cours de la Reine,* die links liegende den *Champs Elysées* zu. Ersichtlichermassen wird durch den Haupteingang und das Vestibül der Vordertrakt in zwei symmetrische Hälften geschieden, während die beiden Seitentrakte und der Hintertrakt durch Längswände in zwei lang gestreckte Räume geteilt sind. Der von den vier Trakten gebildete Innenhof ist halbkreisförmig gestaltet, als Garten angelegt und ringsum von einem verglasten Säulengang eingefasst. Der Höhe nach besitzt der Bau ein Hauptstockwerk, unter dem sich noch ein 5 m hohes Erdgeschoss ausdehnt, dessen Räume für den Hauptzweck des Gebäudes mehr oder minder mitbenutzt werden sollen. Unter einem Teile dieses Erdgeschosses befindet sich übrigens auch noch ein tieferes Kellergeschoss, von dem späterhin noch die Rede sein wird. Den Mittel- und Kernpunkt der Fassade des Vordertraktes bildet das von zwei reichverzierten, 4 m aus der Hauptflucht vorspringenden Pylonen flankierte Portal, das von drei ineinander geschobenen, eine Nische bildenden, reichgegliederten Bogen überwölbt ist. Zu dem 7,25 m breiten Eingang führt vom Strassenniveau eine in drei Absätzen geteilte, 21 Marmorstufen umfassende Prachttreppe empor. Dieses Bild wird durch eine den Mittelbau überragende halbkugelförmige Kuppel, dann durch die sich rechts und links vom Portal ausdehnenden, mit je zehn dorischen Säulen geschmückten Flügel, welche zu oberst ein mächtiger, eine Balustrade tragender Fries abschliesst, endlich durch die beiden mit länglichen Kuppeldächern versehenen und an den Fassaden mit monumentalen Skulpturen (Figurengruppen) abgekrönten Ecktürmen, welche die Front abschliessen, in imponierendster Weise vervollständigt.

Das Vestibül, dessen Niveau 1,20 m tiefer liegt, als das des Hauptgeschosses, besitzt die Form einer Ellipse, die 20,50 m lang und 19,00 m breit ist. In dem Fussboden der Flur sind acht kreisrunde, 2,60 m weite, mit Hartglas überdeckte Fenster vorhanden, durch die Licht in einen unter dem Vestibül befindlichen, 19,25 m langen,

18,00 m breiten, elliptischen Saal gelangen soll, dessen Fussboden wieder 1,20 m unter dem Niveau aller übrigen Räume des Untergeschosses liegt. Die die beiden elliptischen Räume trennende Decke ist aus armiertem Betonguss hergestellt und ruht zum Teil auf einer im Mittelpunkte des Untergeschosses erbauten, fast 4 m äusseren Durchmesser besitzenden, hohlen Säule, deren Inneres zugleich für Ventilations- und Heizzwecke ausgenutzt wird. Um den Eintritt in die beiden Hauptgalerien des Vordertraktes zu vermitteln, sind im Vestibül rechts und links in der Längsachse des Traktes 6,50 m breite, aus sieben Stufen bestehende Treppen vorhanden; im Hintergrunde des Vestibüls aber geht ein von Doppelsäulen eingefasster Ausgang auf einen verglasten, halbkreisförmig vorspringenden Balkon, von dem man den Ausblick auf den Innengarten und die Glasgalerie geniesst. Die nischenartige, 7 bis 8,50 m Spannweite aufweisende Ueberwölbung des Hauptportals ist mittels grössert, weil die zur Seitenfront gehörige Wand bogenförmig gestaltet ist und von der Hauptflucht um 3 m vorspringt. Erhellt werden diese beiden Ecksäle durch je drei an der Seitenfront vorhandene, hohe Bogenfenster und eine in der Hauptfront angebrachte Glasthür, die zu einem 12,4 m breiten Balkon führt. Im Untergeschosse (Fig. 65) sind die Hauptgalerien in ihrer Längenmitte durch kurze Scheidemauern und je drei achtseitige Säulen in zwei Räume geteilt, und ebenso befinden sich in den Ecksälen je zwei gemauerte Tragsäulen; es sind das lediglich Stützen für die Decke des Untergeschosses bezw. Haltpunkte für die Armierungsschliessen, Gurten und Rippen des aus Cementguss hergestellten Fussbodens des Obergeschosses. Die Beleuchtung dieser Räume im Untergeschosse lässt namentlich in den der Innenseite zugewendeten Teilen viel zu wünschen übrig, weil sie zwar durch dieselbe Anzahl, aber kaum $^1/_3$ so grossen Fenstern geschieht, wie im Ober-

Fig. 65. Grundriss des Untergeschosses des kleinen Palais.

Monumentalstiege

Fig. 66. Grundriss des Obergeschosses des kleinen Palais.

Hohlziegel in schnell trocknendem Cementmörtel ausgeführt, eine Methode, die beim Baue des *kleinen Palais* überhaupt für alle Bögen und Wölbungen im reichsten Masse und mit bestem Erfolge Anwendung fand, da sie ein ebenso leichtes als festes, tragkräftiges Mauerwerk erzielen liess. In dieser Weise ist auch die Hauptkuppel samt Laterne hergestellt, wodurch es möglich war, von der Anbringung verstärkender Rippen in der Kalotte abzusehen, und nur äussere Schliessen anzubringen, die das Mauerwerk netzartig umspannen und sichern. Rechts und links vom Vestibül erstrecken sich die 34,50 m langen, 13,20 m breiten Hauptgalerien, welche durch neun an der Hauptfront und drei nach dem Innengarten zugewendete, hohe, rechteckige Fenster erhellt sind, und zugleich den direkten Austritt in die Innengalerie des betreffenden Seitenflügels, sowie in den anstossenden Ecksaal gestatten. Die beiden Ecksäle des Hauptgeschosses der Vorderfront (Fig. 66) haben je eine Länge von 20,10 m und eine Hauptbreite von 12 m, die sich aber in der Längsmitte des Saales bis auf 15 m vergeschosse. Von jeder der unteren Hauptgalerien kann man über fünf Stufen in den elliptischen Mittelsaal hinabsteigen und auf diesem Wege auf die andere Gebäudeseite gelangen. Die Ecksäle des Untergeschosses haben in der Seitenfront nur zwei Fenster, zwischen denen ein 3,60 m weites Thor vorhanden ist; diese zwei Thore bilden die Haupteingänge zu den Gesamträumen des Untergeschosses.

In den beiden Seitenflügeln sind die 45,50 m langen, 7,10 m breiten Aussengalerien des Untergeschosses (Fig. 65) mit je sieben Fenstern versehen und hell genug, um als eigentlicher Ausstellungsraum benutzt werden zu können. Ihr Fassungsraum ist zu diesem Zwecke noch durch fünf, insbesondere zur Aufstellung von Statuen und Monumenten o. dgl. geeignete und vorgesehene Nischen erweitert, welche halbkreisförmig, 2,50 m tief in den Raum der Innengalerien zurückspringen. Letztere besitzen eine mittlere Länge von 35,60 m, eine Breite von 11,20 m und nur drei nach dem Glasgange führende Fenster, sind also nur schwach erleuchtet.



Fünf in der Mittellinie aufgeführte Tragsäulen haben wieder zur Sicherung der Cementgussdecke beizutragen. Was dieselben Räume im Obergeschoss der beiden Seitenflügel anbelangt, so erfolgt hier die Erleuchtung der Innengalerien durch Oberlicht, das von breiten Fenstern gewonnen wird, die in der nach der Innenseite des Gebäudes geneigten Dachschräge angebracht sind. Die beiden Aussengalerien haben gleichfalls eine vorzügliche Beleuchtung, jedoch nur Seitenlicht, das durch je acht hohe Rundbogenfenster einfällt; diese Galerien haben teils aus Sicherheitsrücksichten, teils aus Schönheitsgründen eingewölbte Decken erhalten. Es sind zu diesem Behufe die aus eisernen Blechträgern hergestellten Bundträme und Mauerbänke des über den Aussengalerien befindlichen Mansarddachstuhles entsprechend gekröpft und verbunden, sowie im Sinne der Gewölbskonturen eingebogen, derart, dass sie für die aus Hohlziegeln in schnelltrocknendem Cementmörtel oder lediglich in Cementguss ausgeführten Gewölbspiegel und Schilder gleich als Rippen bezw. Gurten und Widerlager benutzt werden konnten. So ziemlich dieselbe Anordnung und die gleichen Beleuchtungsverhältnisse weisen auch die Aussen- und Innengalerien der beiden Stockwerke des Hintertraktes auf. Besondere Beachtung verdienen hier die in den beiden kreisrunden, gleichfalls mit gemauerten Kuppeln überspannten Ecktürmen eingebauten, 2 m breiten, freitragenden Treppen, welche nebst den Absatzplätzen aus armiertem Cementguss, sozusagen als *ein* Stück, ausgeführt sind, und die Verbindung zwischen den beiden Stockwerken vermitteln. Während sich die innere Galerie des Obergeschosses im Hintertrakte ohne jegliche Abtrennung an die Innengalerien der beiden Seitentrakte anschliesst, so dass die hierdurch entstehenden, mittels Oberlicht erleuchteten, 11,90 m breiten Räume eine zusammenhängende mittlere Länge von 146 m gewinnen, stehen die überwölbten, 7,35 m breiten Aussengalerien nur durch die Vermittelung der Stiegenhäuser mit den Seitenflügeln im Zusammenhange. In der Mitte zwischen den beiden ebengenannten Aussengalerien liegt ein 12,60 m langer Saal, der eine Art Loggia bildet, und Austritt auf einen etwa 5 m breiten Balkon gewährt; der Fussboden dieses Saales ist in der Mitte kreisförmig durchbrochen und mittels Hartglas abgedeckt, um Licht in das Vestibül des Untergeschosses zu bringen, das beim Eintrittsthor des Hintertraktes durch eine in zwei Absätzen angeordnete, aus drei und zwei Stufen bestehende Treppe mit dem anstossenden Park der *Champs Elysées* in Verbindung steht. Die rechts und links neben dem ebenerwähnten Vestibül sich anschliessenden Aussengalerien (Fig. 65) stossen andererseits an die Treppentürme, während sie durch breite Wandöffnungen den direkten Eintritt zu der 11,10 m breiten Innengalerie vermitteln. Letztere endigt beiderseits in sechseckigen Sälen von 10,80 m Spannweite, die sowohl zum Stiegenhaus, als zu den Aussen- und Innengalerien des anstossenden Seitentraktes, sowie endlich auch zur Glasgalerie die Verbindung vermittelt.

Unterhalb des eben geschilderten Untergeschosses ist im Hintertrakte noch ein Kellergeschoss vorhanden, in welchem die für das Gebäude erforderlichen Wirtschaftsräume, die Einrichtungen der zentralen Heizanlage, die Ventilationsmaschinen u. dgl. untergebracht sind. Den Zugang zum Kellergeschoss vermitteln sowohl die beiden grossen Treppen in den Ecktürmen, als zwei schmälere Wendeltreppen, welche in den von den Innengalerien der drei Trakte und dem verglasten Säulengange gebildeten Zwickeln eingebaut sind. Zwei andere Wendeltreppen, die jedoch lediglich eine bequem gelegene Verbindung der beiden Stockwerke herzustellen haben, befinden sich noch in den vorderen Abschlüssen der Aussengalerien der beiden Seitentrakte.

Die halbkreisförmig angeordnete verglaste Galerie, welche den Innengarten umgibt, ist 6,10 m breit und weist dem Innengarten eine Säulenkolonnade zu, die rechts wie links in der Achse des Hintertraktturmes, des Sechsecksaales und des daranstossenden breiten Verbindungsganges (Fig. 65) durch eine Eingangsthür unterbrochen wird, vor der ein Treppenabsatz liegt. Solche mit halbrunden Bogen überspannte Thüren, deren Schwelle um vier Stufen höher liegt als das Gartenniveau, sind also zwei vorhanden. Zusammen befinden sich in der Kolonnade 44 Säulen toskanischer Ordnung aus Vogesengranit, von denen je vier die beiden vorerwähnten Eingänge flankieren, während die übrigen zu je sechs Doppelsäulen in den drei Feldern der Glasgalerie bezw. der Kolonnade verteilt sind. Die äussere Fassade an den beiden Seitentrakten ist einfacher als jene des Vorder- und Hintertraktes, sonst aber durchweg in gleichem Sinne durchgeführt, mit dem Hauptunterschiede, dass sie statt viereckigen Fenstern hohe schlanke Rundbogenfenster und keine Kolonnaden aufweisen; hingegen ist die Fassade des Hintertraktes zwischen den Ecktürmen und dem Portale des Eingangsthors ähnlich der Vorderfront mit Kolonnaden ausgestattet, die aber hier aus dorischen Doppelsäulen gebildet sind. Um in die langen Balustraden über den Hauptgesimsen mehr Abwechselung zu bringen, sind auf dieselben an allen vier Fronten in bestimmten Absätzen ähnliche, mächtige Blumenvasen aufgesetzt, wie in den Fassadabkrönungen des *grossen Palais*.

Hinsichtlich der Ausführung des Baues, der im September 1897 begann und seither mit Ausnahme weniger durch Frostwetter bedingter Winterpausen ununterbrochen gefördert wurde, bleibt noch bemerkenswert, dass hierbei ebenfalls alle modernen Hilfsmittel und Arbeitsvorteile ausgenutzt worden sind, wie beim *grossen Palais*, und dass die vielfachen in Gebrauch gestandenen kleinen wie grösseren Arbeits- und Hilfsmaschinen durchweg auf elektromotorischem Wege angetrieben waren. Unter die letzteren zählte beispielsweise auch die sogen. *„bewegliche Treppe“*, welche in einer Anordnung zur Verwendung gelangte, die ihr einen leichten, raschen Platzwechsel gestattete, wodurch sie auch bei der Fassadeherstellung namentlich zum Emporschaffen der Ziersteine und sonstigen Bildhauerarbeiten vorteilhafte Dienste leisten konnte. Die gesamten Herstellungskosten belaufen sich annäherungsweise auf 10 Millionen Francs, d. i. etwa ein Drittel der bisher noch nicht näher festgestellten Baukosten des *grossen Palais*. Von diesen riesigen Summen verschlingt allerdings einen guten Teil die Ausschmückung allein, da man ja die beiden als bleibende Denkmäler errichteten Bauwerke auch hinsichtlich ihres Aeusseren und aller, selbst der kleinsten Einzelheiten als Kunstwerke in des Wortes äusserster Bedeutung durchführen wollte. Diese Absicht ist denn auch ganz besonders beim *kleinen Palais* in glänzender Weise verwirklicht worden, indem hier die Vermählung zwischen modernen und klassischen Bauformen zu keinerlei irgendwie auffallenden Kontrasten geführt, sondern eine durchweg harmonische Lösung gefunden hat. Der Gesamteindruck ist naturgemäss nicht so gigantisch und somit auch nicht so imponierend, als jener des *grossen Palais*, dafür aber entschieden ansprechender und befriedigender. Das *kleine Palais* wird nach der Säkularausstellung als Entgelt für die derselben von der Stadt Paris gewährten finanziellen Zuschüsse und anderweitigen Unterstützungen in das Eigentum der Kommune übergehen und späterhin bleibend für die laufenden Ausstellungen von Bildern, Skulpturen und sonstigen Kunstwerken in Verwendung genommen werden, wozu es allerdings in einem Masse geeignet erscheint, wie wohl nur wenige der bisher in den verschiedenen Weltstädten dieser Bestimmung gewidmeten Bauwerke.

Was ist als wirkliche Heizfläche eines Dampfkessels anzusehen?

Von Prof. **Fr. Freytag.**

Sehr häufig findet sich in industriellen Kreisen die Meinung vertreten, dass als Heizfläche eines Dampfkessels nicht der von den Heizgasen umspülte Teil desselben, sondern derjenige Teil des Kessels anzusehen ist, der vom Wasser berührt wird. Handelt es sich in einem gegebenen Falle um die Berechnung der Heizfläche eines Kessels, so werden die erhaltenen Werte sonach unter Umständen erheblich von einander abweichen.

Um diesem Uebelstande zu begegnen, versuchte *Charles Whiting Baker* in New York die Grundprinzipien, auf welche sich die von ihm behauptete Thatsache stützt, dass nur die dem Feuer ausgesetzte Heizfläche als wirkliche Heizfläche des Kessels, von der die Leistungsfähigkeit desselben abhängt, anzusehen ist, auf einfache Weise festzustellen. Die bezügliche Abhandlung, welche auch unseren Lesern einiges Interesse bieten dürfte, ist in den *Transactions of the American Society of Mechanical Engineers*, Bd. XIX, veröffentlicht.

Es ist eine jedem Fachmanne, wie allen denjenigen, welche mit Dampfkesselanlagen zu thun haben, bekannte Thatsache, dass die Leistung eines Dampfkessels bezw. die von demselben innerhalb einer gegebenen Zeit erzeugte Dampfmenge der Heizfläche des Kessels proportional ist. Allerdings schwankt die auf 1 qm Heizfläche erzeugte Dampfmenge, da sie von vielen Umständen abhängig ist, innerhalb weiter Grenzen. Insbesondere spielen in Bezug hierauf die Abmessungen des Feuerraumes bezw. diejenigen des Rostes, auf der die Kohle verbrannt wird, ferner die Abmessungen des Schornsteines, der einen genügenden Zug hervorbringen muss, damit der zur vollkommenen Verbrennung der Kohle nötige Sauerstoff in ausreichender Menge vorhanden ist, eine wesentliche Rolle.

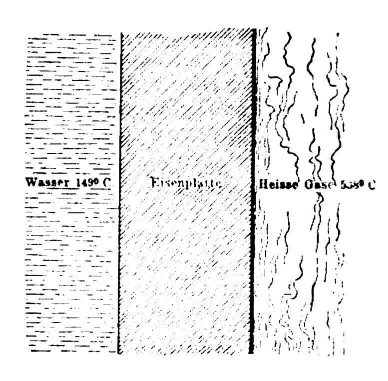
Feuerraum und Schornstein sind aber nicht als eigentliche Zubehörstücke des Kessels zu betrachten; beide Vorrichtungen dienen nur dazu, die erforderliche Wärme zu entwickeln, während die Aufgabe des Kessels selbst darin besteht, dem Wasser, welches er enthält, so viel als möglich von dieser Wärme zuzuführen. Sowohl der Wärmebetrag, welchen der Kessel innerhalb einer gewissen Zeit in das Wasser überzuführen vermag, wie auch derjenige Teil der gesamten auf dem Roste erzeugten Wärmemenge, welcher dem Wasser mitgeteilt werden kann, ändern sich mit der Grösse der von den Heizgasen umspülten Kesselfläche, oder in anderen Worten, die Leistung wie auch der Wert eines Dampfkessels in wirtschaftlicher Beziehung sind von der Grösse seiner Heizfläche direkt abhängig.

Hieraus folgt, dass die Grösse der Heizfläche eines zu erbauenden Kessels von vornherein bekannt sein muss. Der Konstrukteur hat mit dieser Heizfläche zu rechnen, um die Abmessungen des Kessels der von demselben zu verrichtenden Arbeit anzupassen. Dem Verkäufer muss die Grösse der Heizfläche bekannt sein, damit er zuverlässige Angaben über die Leistung und den wirtschaftlichen Wert des Kessels machen kann, und auch dem Käufer desselben sind bezügliche Angaben von Interesse, damit er beurteilen kann, was er für sein Geld erhalten hat.

Thatsächlich werden denn auch die Dampfkessel in den meisten Fällen unter Zugrundelegung ihrer Heizflächen erbaut und bezahlt. Seltener richtet sich der Verkaufspreis nach der Leistung des betreffenden Kessels in Pferdestärken; diese Leistung ist aber direkt von der Grösse der jedesmaligen Heizfläche abhängig. Je nach dem Kesselsystem lässt sich für 1 PS eine Heizfläche von 5 bis 14 Quadratfuss (engl.) annehmen. Vergleicht man die Leistungen verschiedener Kesselsysteme miteinander, so werden auch stets die bezüglichen Heizflächen derselben in Betracht gezogen.

Es ist dennoch mit der genauen Bestimmung der Heizfläche eines Dampfkessels eine wunderbare Sache! Selbst sachkundige Ingenieure und Kesselfabrikanten kommen hierbei auf Werte, die unter Umständen 7 bis 17 % voneinander abweichen. Dies hat seinen Grund darin, dass häufig nicht der von den Heizgasen umspülte Teil des Kessels, sondern der vom Wasser berührte Teil desselben als Heizfläche in Rechnung gestellt wird. Bei ebenen Heizflächen sind die bezüglichen Werte einander gleich. Wenn aber behufs Erzielung einer möglichst grossen Heizfläche der betreffende Kessel noch mit einer Anzahl von Rohren ausgerüstet ist, so ergeben sich, je nachdem die inneren oder äusseren Umflächen derselben als Heizflächen angesehen werden, Unterschiede, die z. B. bei Rohren von 25 bezw. 100 mm Durchmesser um etwa 17 bezw. 7 % voneinander abweichen.

Dieser Irrtum erklärt sich in einer Verkennung der Thatsache, dass nur die dem Feuer ausgesetzte Fläche als wirkliche Heizfläche des Kessels anzusehen ist, von dem seine Leistungsfähigkeit abhängt.



Denken wir uns eine schmiedeeiserne Platte (s. Fig.) von 1 Zoll (engl.) Stärke, die auf der einen Seite mit heissen Gasen, deren Temperatur etwa 538° C. (1000° F.) beträgt, auf der anderen Seite mit Kesselwasser von 149° C. (300° F.) Temperatur (entsprechend einem Dampfdruck von ungefähr 5 kg/qcm) in Berührung steht, so hat derjenige Teil der in den heissen Gasen aufgespeicherten Wärme, welcher durch die Platte hindurch in das Wasser übergeführt wird, auf diesem Wege drei Widerstände zu überwinden:

1. Widerstand beim Uebertritt aus den Heizgasen auf die Oberfläche der Platte.
2. Widerstand beim Durchgange durch die Platte.
3. Widerstand beim Uebertritt von der anderen Oberfläche der Platte in das Wasser.

Von diesen Widerständen ist nur derjenige, welcher sich dem Durchgange durch die Platte entgegensetzt, als bekannt anzusehen. Die Wärmeleitungsfähigkeit der Metalle ist durch viele Versuche genau festgestellt worden, so dass, wenn die Temperaturen der beiden Oberflächen einer metallischen Platte und deren Stärke gegeben sind, ohne weiteres zu ermitteln ist, welche Wärmemengen innerhalb einer gegebenen Zeit, auf die Flächeneinheit der Platte bezogen, durch diese hindurchtreten. Andererseits lässt sich, wenn der Betrag der mittels einer Platte zugeführten Wärmemenge bekannt ist, auf den Temperaturunterschied ihrer Oberflächen schliessen.

Es sei z. B. eine Wärmemenge in das Kesselwasser übergeführt worden, welche genüge, um auf jeden Quadratfuss der Plattenfläche stündlich 3 Pfund Wasser von 212° F. zu verdampfen. (Es ist dies etwa der Mittelwert für die Leistung der Heizfläche eines gewöhnlichen feststehenden Dampfkessels.) Nun sind 965,7 Wärmeeinheiten erforderlich, um 1 Pfund Wasser von 212° F. in Dampf von derselben Temperatur zu verwandeln; folglich müssen durch die Platte hindurch stündlich und auf jeden Quadratfuss ihrer Fläche $3 . 965{,}7 = 2897{,}1$ oder im Mittel 2900 Wärmeeinheiten in das Kesselwasser übergeführt werden.

Neuere Versuche über die Leitungsfähigkeit der Metalle haben erwiesen, dass durch eine eiserne Platte von 1 Quadratfuss Fläche und 1 Zoll (engl.) Stärke, deren entgegengesetzte Oberflächen einem gleichförmigen Temperaturunterschiede von 1° F. ausgesetzt sind, stündlich 473 Wärmeeinheiten hindurchtreten. Da in der Stunde 2900 Wärmeeinheiten durch die Platte in das Kesselwasser übergeführt werden



sollen, beträgt der Temperaturunterschied auf beiden Seiten der Platte in diesem Falle $\frac{2900}{473} = 6{,}13^\circ$ F.

Es überrascht sicherlich manchen Leser, dass ein so geringer Temperaturunterschied zwischen den beiden Oberflächen einer eisernen Platte schon genügt, um das Hindurchtreten einer verhältnismässig grossen Wärmemenge durch die Platte zu bewirken. Der Koeffizient für die Wärmeleitungsfähigkeit des Eisens, auf welchem dieser Betrag beruht, ist aber das Ergebnis zahlreicher, seitens hervorragender Physiker angestellter Versuche und von wissenschaftlichen Autoritäten als richtig anerkannt worden, so dass seine Genauigkeit nicht angezweifelt werden kann.

Im vorstehenden Falle ist gleichwohl die Genauigkeit dieses Koeffizienten von keiner besonderen Bedeutung. Wir fanden, dass die 1 Zoll starke Wandung der Heizfläche eines Kessels, sofern dieselbe stündlich 2900 Wärmeeinheiten in das Wasser überführen soll, auf ihren beiden Seiten einem Temperaturunterschiede von 6,13° F. ausgesetzt werden muss.

Derartige starke Bleche kommen als Kesselheizflächen indes kaum in Betracht. In der Regel beträgt die Wandstärke der Heizfläche eines gewöhnlichen Kessels mit Innenfeuerung nicht mehr als $^5/_8$ Zoll (engl.). Feuerraum und Feuerbüchsen werden häufig aus $^1/_4$ bis $^1/_8$ Zoll starken Blechen hergestellt und die Wandungen der Heizrohre haben sogar nur Stärken von $^1/_8$ bis $^1/_{16}$ Zoll. Hiernach beträgt der thatsächliche Temperaturunterschied zwischen den beiden Oberflächen eines solchen Heizrohres, welches eine Wärmemenge in Höhe des bereits genannten Betrages in das Kesselwasser überführen soll, nur $^1/_8$ bis $^1/_{16}$ von 6,13° F., oder in runden Zahlen ausgedrückt, um $^3/_8{}^\circ$ weniger als 1° F. Nach Angabe des Physikers *Lord Kelvin* lässt sich für alle praktischen Zwecke annehmen, dass die Heizflächen eines Dampfkessels die Wärme so leiten, als wären sie dünn wie Papier, oder als hätte das Metall eine unbegrenzte Leitungsfähigkeit. Ein Irrtum von 50 % oder sogar von mehreren Hundert von Prozenten bei Bestimmung des Wärmeleitungskoeffizienten von Eisen, würde, selbst wenn ein solcher Irrtum möglich wäre, für praktische Zwecke, wie im vorliegenden Falle, keine Bedeutung haben. Hiernach ist z. B. nicht einzusehen, weshalb Lokomotivkessel mit Heizrohren aus Messing oder Kupfer und kupfernen Feuerbüchsen ökonomischer arbeiten sollen, als solche aus Stahl. Die höhere Leitungsfähigkeit des Kupfers wird als ein Grund angegeben, weshalb englische Eisenbahnverwaltungen die ausschliessliche Verwendung kupferner Feuerbüchsen für Lokomotiven vorschreiben!

Kommen wir auf Fig. 1 zurück, so ist jedenfalls klar gelegt, dass die beiden Oberflächen der Platte, wenn wir ihre Stärke auf diejenige eines gewöhnlichen Kesselrohres reduziert denken, nur einen geringen Temperaturunterschied haben werden.

Wir wollen nunmehr untersuchen, welchen Betrag an Wärme das Wasser auf der einen Seite und die heissen Gase auf der anderen Seite der Platte aufnehmen. Stützen wir uns hierbei auf die Annahme, dass die Temperaturen auf beiden Seiten der Platte auch diejenigen in den äussersten Oberflächenschichten der Platte selbst sind, so ist klar, dass die wirkliche Temperatur der letzteren von dem bezüglichen Wärmeleitungsvermögen der Flüssigkeiten auf ihren beiden Seiten abhängt. Wären diese Flüssigkeiten auf den beiden Seiten dieselben, so würde die Temperatur der Platte gleich sein dem Mittel aus den Temperaturen der Flüssigkeiten auf ihren beiden Seiten. In dem gegebenen Falle (Fig. 1) wird aber, da Wasser innerhalb einer gegebenen Zeit einen weit höheren Betrag an Wärme zu absorbieren vermag als Luft oder heisse Gase, die Temperatur der Platte nahezu gleich derjenigen des Wassers sein und jedenfalls weit unter der Temperatur der heissen Gase liegen. Dies ist eine allgemein bekannte Thatsache. Dennoch wird dieselbe häufig übersehen und von Fachleuten bei Ermittelung der Heizfläche von Dampfkesseln nicht immer der von den Heizgasen umspülte Teil der Rohre in Rechnung gestellt. Um sich die bezügliche Wärmeabsorptionsfähigkeit von Wasser und Gasen vor Augen zu führen, erhitze man eine eiserne Stange bis zur Rotglut, bringe sie dann mit Luft in Berührung und beobachte, innerhalb welcher Zeit sie so weit abgekühlt ist, dass sie von Hand berührt werden kann. Dann erwärme man die Stange zum zweitenmal bis zur Rotglut, tauche sie in Wasser und notiere wiederum die Zeit, bis sie von Hand berührt werden kann. Damit ergeben sich ungefähre Werte für die Wärmeabsorptionsfähigkeit von Luft und Wasser.

Schliesslich sind auch Untersuchungen angestellt worden, um die Temperaturen zu bestimmen, auf welche eine Metallplatte, deren eine Seite mit Wasser in Berührung steht, erwärmt werden kann. Die Temperatur wurde hierbei durch Pfropfen aus verschieden schmelzbaren Legierungen, die in die Platte eingelassen waren, ermittelt und die Feuerseite der letzteren der intensiven Wirkung eines kräftigen Gebläses ausgesetzt. So lange die Wasserseite der Platte rein blieb, war es unmöglich, die eingelassenen Pfropfen zum Schmelzen zu bringen.

Den schlagendsten Beweis von der grossen Absorptionsfähigkeit des Wassers an Wärme im Vergleich mit der Luft erblickt jedoch *Whiting* in einem von ihm vor einigen Jahren zu einem anderen Zwecke angestellten Versuche. Ein mit einem einzigen vertikalen Rohr von ungefähr 2 Zoll Durchmesser versehenes Gefäss war mit kaltem Wasser von 45 bis 50° F. angefüllt worden und dieses Rohr wurde von den heissen Gasen einer grossen Oellampe bezw. eines Bunsen-Brenners von etwa 1000° F. Temperatur oder mehr durchstrichen. Die den heissen Gasen ausgesetzte Oberfläche des Rohres wurde durch das Wasser auf der anderen Seite desselben so kalt gehalten, dass sich von den heissen Gasen herrührende Tautropfen auf ihr bildeten und das Innere des Rohres war thatsächlich so lange mit Tau überzogen, bis sich das Wasser auf ungefähr 60° F. erwärmt hatte.

Es ist leicht einzusehen, weshalb das Wasser bedeutend mehr Wärme aufzunehmen im stande ist, als Luft. Die spezifische Wärme von Wasser und Luft verhält sich bei gleichem Gewichte beider Körper wie 1 : 0,23; da aber Luft bei gewöhnlichen Temperaturen nur etwa $\frac{1}{812}$ so viel wiegt, als ein gleiches Volumen Wasser, wird letzteres, wenn z. B. eine dünne Luftschicht in Berührung mit einer heissen Oberfläche und einer Wasserschicht von gleicher Dicke und Fläche mit einer ähnlichen heissen Oberfläche in Berührung gebracht wird, 3530mal so viel Wärme absorbieren, als die Luft, vorausgesetzt, dass die Temperaturen beider Körper auf gleiche Werte gestiegen sind. Nach *Lord Kelvin* verhält sich die Wärmeleitungsfähigkeit von Wasser und Luft wie 40 : 1. Jedenfalls ist bei Ueberführung der von irgend einer Oberfläche abgegebenen Wärmemenge in eine Flüssigkeit der Umstand, dass infolge der Beweglichkeit zwischen den Teilchen der letzteren stets frische Mengen derselben in beständige Berührung mit der Oberfläche kommen, für die Absorptionsfähigkeit der Flüssigkeit von grosser Bedeutung. Hiernach kann im vorliegenden Fall mit Sicherheit geschlossen werden, dass bei dünnen Metallplatten, z. B. einem Heizrohr, welches zur Ueberführung von Wärme aus den Heizgasen auf seiner einen Seite in das Wasser auf der anderen Seite dient, die Temperatur des Rohres zumeist nur um einige Grade wärmer sein wird, als das mit ihm in Berührung stehende Wasser.

Mit anderen Worten lässt sich für praktische Zwecke annehmen, dass in irgend einem Dampfkessel mit reinen Heizflächen die Temperatur auf der Feuerseite der Heizfläche dieselbe ist, wie diejenige des Wassers in dem Kessel. Liegt aber möglicherweise diese Temperatur um 1°, in gewissen Fällen sogar um 20 bis 30° F. höher, so ist dennoch dieser Unterschied von keiner praktischen Bedeutung, da in den wenigen Fällen, wo solche bedeutenden Unterschiede möglicherweise auftreten, die Temperatur des Feuers, welchem die bezügliche Oberfläche ausgesetzt ist, wahrscheinlich um 2000° oder mehr höher liegt, als diejenige der Platte.

Wenn nunmehr erwiesen ist, dass die Temperatur der Feuerseite eines Heizrohres oder Feuerzuges für praktische Zwecke derjenigen des Wassers im Kessel gleich gesetzt werden kann, so ist auch ohne weiteres richtig, dass nur diese Oberfläche und nicht diejenige auf der Wasserseite

als wirkliche Heizfläche des Kessels, von der seine Leistung bezüglich der Dampferzeugung abhängt, zu betrachten ist.

Den grössten Widerstand, welchen ein Wärmestrom in irgend einem Dampfkessel erleidet, ist derjenige, welchen die Wärme beim Uebertreten aus den heissen Gasen in die von ihnen berührte Oberfläche zu überwinden hat. Verglichen mit diesem, ist der Widerstand beim Durchgange durch die Platte und derjenige beim Uebertreten von der Platte in das Wasser nur unbedeutend. Wenn wir die den heissen Gasen ausgesetzte Oberfläche vergrössern, so erhöhen wir damit auch die Leistungsfähigkeit des Kessels in Bezug auf seine Wärmeaufnahme; wenn wir aber diese Oberfläche unverändert lassen, die dem Wasser ausgesetzte Oberfläche dagegen vergrössern, so wird die innerhalb einer gegebenen Zeit zugeführte Wärmemenge dieselbe bleiben wie vordem. Die Grösse der den Heizgasen ausgesetzten Kesselfläche bestimmt die Aufnahmefähigkeit an Wärme und damit die Leistung des Kessels in Bezug auf seine Dampferzeugung. Wenn wir diese Fläche auf irgend eine Weise derart gestalten könnten, dass sie mehr Wärme als bisher aufnimmt, so erhöhen wir damit die Leistungsfähigkeit des Kessels.

Das Heizrohr, System *Serve*, mit seinen vorstehenden, von den Heizgasen getroffenen Rippen vergrössert die innere Oberfläche des Rohres und damit auch die Fähigkeit desselben, Wärme aufzunehmen. Wenn dagegen auf der Wasserseite eines Rohres derartige vorstehende Rippen angebracht würden, so wird damit die dem Wasser ausgesetzte Oberfläche desselben vergrössert; dies ist aber in Bezug auf Wärmeübertragung von keiner praktischen Bedeutung. In ähnlicher Weise bewirkt die gebogene oder gekrümmte Form eines Rohres, sofern damit die dem Wasser ausgesetzte Oberfläche grösser als diejenige wird, welche mit den Heizgasen in Berührung steht, keine Erhöhung des Betrages der überzuführenden Wärme. Die wirkliche Heizfläche, welche den Betrag der dem Wasser zugeführten Wärme bestimmt, bleibt stets die den Feuergasen ausgesetzte Oberfläche.

Bei den vorstehenden Besprechungen wurde vorausgesetzt, dass die Heizflächen auf beiden Seiten vollständig rein sind. Dies ist nur äusserst selten der Fall. Gewöhnlich sind diese Flächen mit Russ oder Asche auf der Feuerseite und mit Kesselstein oder Schlamm auf der Wasserseite mehr oder weniger bedeckt. Nach den vorstehenden Erörterungen ist unschwer zu erkennen, dass die Wärmeübertragung insbesondere durch die Ablagerungen auf der Feuerseite und weniger durch diejenigen auf der Wasserseite behindert wird.

Es kann nicht Gegenstand dieses Berichtes sein, Mittel anzuführen, welche das Ansetzen von Kesselstein u. s. w. auf den Wandungen der Dampfkessel wirksam verhüten. So viel steht aber fest, dass eine dünne Schicht Kesselstein auf den Heizrohren der Dampfkessel kaum einen nennenswerten Einfluss auf die Leistung oder die Oekonomie des Kessels ausüben kann, während Ablagerungen von Russ und Asche auf der Feuerseite der Rohre die Dampferzeugungsfähigkeit des Kessels bedeutend vermindern. Eine starke Ablagerung von Kesselstein auf der Wasserseite der Rohre oder anderer Heizflächen wird selbstverständlich, wie jedes die Wärme schlecht leitende Material, in Bezug auf die Wärmeübertragung nur ungünstig wirken. In derartigen Fällen ist nicht ausgeschlossen, dass die Temperatur der Heizflächen plötzlich steigt und zuweilen, z. B. bei feststehenden Kesseln mit Aussenfeuerung und Schiffskesseln mit Innenfeuerung, einen solchen Grad erreicht, dass Aufbauchungen oder Verbiegungen des Metalls entstehen.

Es ist genugsam bekannt, wie durch lebhafte Wasserzirkulationen im Kessel das Ansetzen von Kesselstein und Schlamm, wie auch dasjenige der aus dem Wasser aufsteigenden Dampfbläschen, die an den inneren Wandungen der Kesselheizflächen häufig hängen bleiben und einen die Wärme ebenfalls schlecht leitenden sogen. Dampfpelz bilden, wirksam verhindert wird.

Wir wiederholen nochmals, dass nach dem Vorstehenden nur die dem Feuer ausgesetzte Heizfläche eines Kessels als wirkliche Heizfläche anzusehen ist. Es ist kein Grund vorhanden, weshalb dies nicht *allgemein* als richtig anerkannt werden könnte. Die Erbauer von Heizrohrkesseln könnten zwar geltend machen, dass die Erbauer von Wasserrohrkesseln hiervon den grössten Nutzen hätten. Denn mit derselben Anzahl von Rohren gleicher Länge ergeben sich bei Wasserrohrkesseln um 7 bis 11 % grössere Heizflächen als bei Heizrohrkesseln. Dies ist allerdings richtig. Aber sind wegen dieses Vorzuges die Wasserrohrkessel den Heizrohrkesseln auch unbedingt überlegen?

In Bezug hierauf ist daran zu erinnern, dass nirgendwo in den vorstehenden Berechnungen ein bestimmter Wert für den Wärmeleitungskoeffizienten der Heizflächen eingesetzt wurde. Andererseits ist aber hinreichend bekannt, dass das Wärmeleitungsvermögen von 1 Quadratfuss Heizfläche der einen Kesseltype etwa doppelt so gross als dasjenige der gleichen Fläche einer anderen Kesseltype sein kann. Die Leichtigkeit, mit welcher Heizflächen von Russ und Asche gereinigt werden können, ist eben auch zu berücksichtigen und dies ist ein Grund, weshalb die Erbauer von Heizrohrkesseln, trotz der etwas kleineren Heizflächen derselben gegenüber den Wasserrohrkesseln, den Wettbewerb mit diesen letzteren nicht zu scheuen haben.

Die heutigen Gas- und Erdölmotoren und ihre Bedeutung für die Industrie[1].

Von **Max Ensslin**, Privatdozent an der Technischen Hochschule in Stuttgart.

Die Gas- und Erdölmotoren sind noch sehr jung. Zwar reicht der Gedanke, die Explosivkraft einer Pulverladung oder einer Mischung von Gas und Luft als Triebkraft zu verwenden, weit zurück; insbesondere ist das Bestreben, die Ausdehnung eines Gasgemisches bei seiner Verbrennung zu motorischen Zwecken nutzbar zu machen, schon über ein Jahrhundert alt. Aber seit eine gangbare Maschine geschaffen wurde, sind erst 40 Jahre verflossen. Im Jahre 1860 baute der Franzose *Lenoir* die erste betriebsfähige Leuchtgasmaschine, im Jahre 1872 der Amerikaner *Brayton* den ersten betriebsfähigen Petroleummotor. Diese Maschinen nutzten das teure Leuchtgas und das teure Petroleum noch recht schlecht aus. Die *Lenoir*'sche Maschine brauchte 2700 bis 3500 l Leuchtgas, der *Brayton*-Motor 800 bis 900 g Petroleum für 1 PS und Stunde. Schon 7 Jahre nach Erbauung der *Lenoir*'schen Maschine glückte ein grosser Fortschritt, indem es *Otto* und *Langen* in Deutz gelang, den Leuchtgasverbrauch bedeutend zu ermässigen. Die sogen. atmosphärische Maschine von *Otto* und *Langen* brauchte nur noch 750 l Leuchtgas für 1 PS und Stunde, das ist rund der vierte Teil von dem, was *Lenoir*'s Maschine gebraucht hatte. Leider besass die atmosphärische Maschine die lästige Eigenschaft eines überaus geräuschvollen Ganges, so dass die Erfinder selbst den Bau derselben verliessen und zu einem anderen System übergingen: zum Viertakt. Und so glücklich war die Wahl *Otto*'s, dass der neue, geräuschlose *Otto*'sche Motor das

[1]) Erweiterung der Antrittsvorlesung, gehalten am 26. Januar 1900 in der Aula der königl. Technischen Hochschule in Stuttgart.



Vorbild geworden ist, nach welchem von da ab fast sämtliche Gas- und Erdölmotoren gebaut wurden. Das Jahr 1876, das Geburtsjahr des *Otto*'schen Viertaktmotors, bildet recht eigentlich den Beginn des modernen Gasmaschinenbaues. Bis zum heutigen Tag ist an dem *Otto*'schen Viertakt nichts Grundsätzliches geändert worden, und sämtliche Erfolge, welche der Gasmotor heute zu verzeichnen hat, hat er in der klassischen Form errungen, welche ihm durch *Otto* im Jahre 1876 verliehen worden ist.

Bauart und Wirkungsweise des Viertaktmotors sind sehr einfach. In dem Cylinder bewegt sich, gasdicht abschliessend, ein einfach wirkender Kolben hin und her. Die Bewegung desselben wird, wie bei einer Dampfmaschine, durch Schubstange und Kurbel auf eine Welle übertragen, auf der Schwungrad und Riemenscheibe sitzen. In dem Cylinderkopf sind zwei Oeffnungen angebracht, die durch Ventile nach Bedarf geöffnet und geschlossen werden. Durch das eine — das Einströmventil — tritt Gas und frische Luft in den Cylinder, durch das andere — das Auspuffventil — wird das verbrannte Gas ins Freie ausgestossen. Vor dem Einströmventil befindet sich noch ein drittes Ventil — das Brennstoffventil —, welches das Ausströmen des Brennstoffes in die Atmosphäre verhindert und nur dann geöffnet wird, wenn eine frische Ladung von Brennstoff und Luft in den Cylinder gelangen soll. An dem Cylinderkopf sitzt ferner eine Zündvorrichtung, mittels deren das Gas- und Luftgemisch im Cylinder entzündet wird. Der Cylinder ist von einem Wassermantel umgeben und wird von kaltem Wasser umflossen, welches die Cylinderwand soweit abkühlt, dass die Schmierung noch sicher wirkt. Die Kühlung muss ausserdem verhüten, dass sich im Cylinderinnern glühende Stellen bilden, an denen sich das Gas- und Luftgemisch schon vorher entzünden könnte, ehe die Zündvorrichtung in Thätigkeit tritt. Ein Geschwindigkeitsregler sorgt für Erhaltung einer unveränderlichen Umdrehungsgeschwindigkeit.

Der Arbeitsgang des Viertaktmotors vollzieht sich auf vier Kolbenhüben oder vier Takten; daher der Name Viertakt.

Beim ersten Takt, dem Ansaugehub, geht der Kolben nach aussen. Einströmventil und Brennstoffventil sind geöffnet, das Auspuffventil geschlossen. Der Kolben saugt durch das offene Einströmventil gleichzeitig Luft und Brennstoff an; dabei mischen sich die letzteren und bilden ein zündfähiges Gemenge.

Mit Beginn des zweiten Taktes, des Verdichtungshubes, werden Einström- und Brennstoffventil abgesperrt. Das im Cylinder eingeschlossene Brennstoffluftgemisch wird durch den nach innen gehenden Kolben verdichtet.

Zu Anfang des dritten Taktes, des Arbeitshubes, wird das verdichtete Gemisch mittels der Zündvorrichtung entzündet. Das Gemisch flammt auf und erzeugt dabei plötzlich einen kräftigen Druck hinter dem Kolben. Die Flamme pflegt meist bald zu erlöschen, nachdem der Kolben nur wenig aus seiner innersten Stellung herausgerückt ist. Die hochgespannten Verbrennungsgase treiben den Kolben nach aussen und leisten Arbeit, indem sie sich ausdehnen und ihre Spannkraft zum Teil verlieren. Gegen das Ende des Arbeitshubes öffnet sich das Auspuffventil und lässt die Verbrennungsgase ins Freie ausströmen.

Während des vierten Taktes, des Auspuffhubes, geht der Kolben wieder nach innen und schiebt die Verbrennungsgase vor sich her durch das offene Auspuffventil in die Atmosphäre.

Damit ist der Viertakt beendigt; dem ersten Viertakt folgen genau gleich beliebig viele andere, indem immer wieder frisches Gemisch angesogen und verdichtet wird, verbrennt und Arbeit leistet und indem schliesslich die verbrannten Gase ausgetrieben werden.

Das ist die Arbeitsweise, welche die meisten heute im Gang befindlichen Gas- und Erdölmotoren vollführen. Die Idee derselben wurde erstmals im Jahre 1862 von dem Franzosen *Beau de Rochas* ausgesprochen und demselben patentiert; aber sie wurde nicht ausgeführt und blieb 14 Jahre lang vergessen, bis sie von *Otto*, unabhängig von *Beau de Rochas*, wieder erfunden wurde. *Otto* gebührt das Verdienst, den Viertakt in die Praxis eingeführt zu haben.

Vergleichen wir nun die Viertaktarbeitsweise mit dem Arbeitsgang der Dampfmaschine. Die Dampfmaschine leistet auf jeden Hub Arbeit, einmal auf der einen, dann auf der anderen Seite des Kolbens; sie arbeitet im Eintakt. Im Viertaktmotor dagegen wird nur alle vier Takte Arbeit geleistet, stets auf einer Kolbenseite. Die Leistungsfähigkeit des Viertaktmotors ist nicht so weit ausgenutzt, als diejenige der Dampfmaschine. Das wird insbesondere bei grossen Motoren fühlbar. Dem Schwungrad des Viertaktmotors fällt ferner eine viel schwerere Aufgabe zu als demjenigen der Dampfmaschine. Alle vier Takte erhält es einen mächtigen Antrieb, der den Gang des Motors plötzlich zu beschleunigen sucht. Ohne dass seine Umdrehungsgeschwindigkeit allzusehr steigen darf, muss dabei das Schwungrad die ganze während der drei folgenden Takte zu leistende Arbeit, d. h. die Nutzarbeit, die Arbeit zum Ansaugen und Verdichten frischen Gemisches und zum Austreiben der Verbrennungsprodukte in Form von lebendiger Kraft in sich aufspeichern. Dazu ist ein schweres Schwungrad nötig, ein viel schwereres, als bei einer im Eintakt arbeitenden Maschine. Naturgemäss wird die Schwere des Schwungrades eines Viertaktmotors erst bei grossen Motoren in voller Schärfe auffallen.

Der Viertaktmotor hat also, im Vergleich zur Eintaktmaschine, einen grossen Cylinder und ein schweres Schwungrad. Bei grossen Viertaktmotoren wird insbesondere der Wunsch rege werden, die Leistungsfähigkeit der Cylinder besser auszunutzen und das Schwungradgewicht zu vermindern. In letzterer Hinsicht ist ein einfaches und meist angewandtes Mittel, zwei Viertaktmotoren miteinander auf eine Welle arbeiten zu lassen, indem abwechslungsweise bei einer Umdrehung der eine, bei der nächsten der andere Arbeit leistet; damit erhält man allerdings ein leichteres Schwungrad, aber die Leistungsfähigkeit der Cylinder ist noch ebenso schlecht ausgenutzt, wie vorhin.

Weshalb lässt man nun den Gasmotor nicht ebenso arbeiten, wie die Dampfmaschine? Weshalb macht man den Kolben nicht doppelt wirkend? Weshalb verdoppelt man nicht die Anzahl der Arbeitsleistungen auf einer Kolbenseite?

Lenoir hat seinen Leuchtgasmotor nach dem Vorbild der Dampfmaschine im Eintakt arbeiten lassen. Schon im ersten Leuchtgasmotor war also das Ideal der Dampfmaschine verwirklicht. Trotzdem hat der *Otto*'sche Viertaktmotor später alle Eintakt- und Zweitaktmotoren verdrängt und steht heute noch an der Spitze der Gasmotoren, obwohl es seit der Erbauung des *Otto*'schen Motors bis heute nicht an Versuchen gefehlt hat, wenigstens den Zweitakt im Gasmotor zur Einführung zu bringen. Das lässt auf grosse Schwierigkeiten schliessen, die sich dem Uebergang vom Viertakt zum Zweitakt entgegenstellen.

Will man den Zweitakt dadurch erreichen, dass man den Kolben des Gasmotors doppelt wirkend macht und beide Kolbenseiten im Viertakt arbeiten lässt, so stösst man auf Betriebsschwierigkeiten. Der Kolben wird infolge der hohen Temperatur bei den Verbrennungen sehr heiss. Ist nun der Kolben auf der einen Seite offen, wie dies beim Viertaktmotor der Fall ist, so steht die Hinterseite des Kolbens stets mit der Luft in Berührung; die Luft kühlt den Kolben. Auch rückt derselbe mit jedem Auswärtsgang aus der heissen Verbrennungszone des Cylinders heraus in die kühleren Teile des letzteren und kann an diese Wärme abgeben. Dabei findet auch die Schmierung des Kolbens statt, von einer Stelle der Cylinderwand aus, welche vor dem Hinzutritt heisser Verbrennungsgase geschützt ist. Macht man den Kolben doppelt wirkend, so fallen die beiden ebengenannten kühlenden Einflüsse weg; er wird nicht allein verhindert, seine Wärme abzugeben, sondern erhält durch die Zündungen auf der Rückseite noch mehr Wärme als vorher und wird so heiss, dass ein Festbrennen der Kolbenringe in ihren Nuten und Undichtwerden des Kolbens zu befürchten ist; die Schmierlöcher in der Cylinderwand kommen in Verbindung mit dem Verbrennungsraum; Zubrennen derselben macht die Schmierung unwirksam. Diesen Uebelständen kann entgegengetreten werden, indem man den Kolben von innen kühlt und schmiert. Die bis jetzt vorliegenden konstruktiven Lösungen dieser Aufgabe sind jedoch verwickelt, kostspielig



und nicht genügend betriebssicher. Auch die Stopfbüchse im Cylinderdeckel, welche gegen hochgespannte und hocherhitzte Gase abdichten muss, hat Schwierigkeiten bereitet; aber es ist gelungen, dieselben zu überwinden. Zweitaktmotoren mit doppelt wirkendem Kolben sind schon gebaut worden; dass sie weitere Verbreitung gefunden haben, ist nicht bekannt. Der einfach wirkende Kolben des Viertaktmotors ist viel betriebssicherer.

Eine zweite Art, die Leistung des Viertaktmotors zu verdoppeln, besteht darin, dass man den einfach wirkenden Kolben beibehält, denselben jedoch alle zwei Takte Arbeit verrichten lässt. Während bei dem Zweitaktmotor mit doppelt wirkendem Kolben beide Kolbenseiten im Viertakt arbeiten, wird bei dem Zweitaktmotor mit einfach wirkendem Kolben das Viertaktprinzip selbst abgeändert. Der Gedanke, von welchem dabei ausgegangen wird, erhellt aus dem Folgenden. Der Viertaktmotor führt bei dem ersten und letzten Takt, dem Ansauge- und Auspuffhub, die Verrichtungen einer Pumpe aus. Beim ersten Takt saugt er Luft und Gas in den Cylinder, beim letzten drückt er die Verbrennungsgase ins Freie hinaus. Das eigentliche Arbeitsspiel ist auf den zweiten und dritten Takt, den Verdichtungs- und Arbeitshub, beschränkt. Der Cylinder des Viertaktmotors ist also abwechslungsweise bei einer Umdrehung Pumpencylinder, bei der anderen Arbeitscylinder.

Darin liegt ein Widerspruch: Der Arbeitscylinder mit seinem Getriebe muss kräftig dimensioniert werden, um die hohen Drucke bei der Verbrennung aushalten zu können; der Pumpencylinder samt Getriebe kann dagegen leichtere Abmessungen erhalten, da in ihm nur die bei fast atmosphärischem Druck vor sich gehende Ansauge- und Auspuffarbeit verrichtet wird. Dass nun im Viertaktcylinder mit dem schweren Getriebe die leichte Pumparbeit beim Ansaugen und Auspuff geleistet wird, ist ein Missverhältnis. Das hat den Anstoss gegeben, die Verrichtungen des einen Viertaktcylinders in zwei getrennten Cylindern vorzunehmen, in einem kräftig zu haltenden Arbeitscylinder und in einem leicht zu haltenden Pumpcylinder. Zur Ersparung eines besonderen Gestänges für die Pumpe kann dieselbe in Tandemstellung hinter den Arbeitscylinder gelegt werden. Ueberdies steht nichts im Weg, die Pumpe doppelt wirkend zu machen. Der Arbeitscylinder kann jetzt alle zwei Takte, d. h. bei jeder Umdrehung Arbeit leisten; der Pumpencylinder muss ihm nur im geeigneten Augenblick frisches Gemisch zuführen. Das muss auf dem letzten Teil des Arbeitshubes und auf dem ersten Teil des Verdichtungshubes geschehen, damit kurz nach Beginn des Verdichtungshubes der Cylinder mit frischer Ladung versehen ist. Etwas vor Beendigung des Arbeitshubes lässt man die Verbrennungsgase auspuffen. Die Pumpe fördert dann frische Luft und Gas in den Arbeitscylinder, wodurch die Verbrennungsgase vollends aus dem letzteren hinausgefegt und durch frisches Gemisch ersetzt werden.

Je nachdem die Verbrennungsgase durch Gemisch oder durch Luft allein aus dem Arbeitscylinder hinausgeblasen werden, unterscheidet man zwei Zweitaktsysteme:

1. den Zweitakt mit Gemischausblasung und Gaszufuhr *vor* Beginn der Verdichtung;
2. den Zweitakt mit Luftausblasung und Gaszufuhr *nach* Beginn der Verdichtung.

Der Zweitakt mit Gemischausblasung erfordert neben dem Arbeitscylinder nur einen Hilfscylinder, in dem Gemisch angesogen wird. Dieses System hat den Vorzug, dass die Gemischbildung mit derselben Vollkommenheit vorgenommen werden kann, wie im Viertaktmotor, indem die Mischung von Luft und Gas während der Zeit zweier Takte, während des Ansauge- und Verdichtungshubes, vor sich gehen kann. Man ist aber jetzt gezwungen, die Verbrennungsgase aus dem Arbeitscylinder mit Gemisch auszutreiben. Es gelingt auf diese Art, zwar den Arbeitscylinder zu Beginn der Verdichtung mit gut vorbereitetem Gemisch zu füllen, aber nur um den Preis, dass während des Ausblasens frisches Gemisch mit den Auspuffgasen entweicht.

Dieser Verlust wird vermieden bei dem Zweitakt mit Luftausblasung. Derselbe erfordert neben dem Arbeitscylinder zwei Hilfspumpen, eine Ausblaseluftpumpe und eine Gaspumpe. Die Luftpumpe liefert die Ausblaseluft zum Hinausfegen der Verbrennungsgase. Erst nach Beendigung des Ausblasens, also erst mit Beginn der Verdichtung, tritt das Gas aus der Gaspumpe in den Arbeitscylinder. Die Gemischbildung hat sich nun während des Verdichtungshubes allein zu vollziehen und kann nie die Vollkommenheit erreichen wie im Viertaktmotor. Von der Innigkeit der Mischung aber hängt in hohem Mass die Güte der Verbrennung ab.

Es bleibt also bei den beiden Zweitaktsystemen die Wahl zwischen einem Hilfscylinder und dem Verlust von frischem Gemisch mit den Auspuffgasen einerseits, und zwischen zwei Hilfscylindern und dem Verlust durch mangelhafte Verbrennung infolge schlechter Mischung andererseits. Also in beiden Fällen ein Verlust, von dem der Viertaktmotor frei ist. Noch ungünstiger gestalten sich die Verhältnisse für den Zweitaktmotor dadurch, dass der mechanische Wirkungsgrad schlechter ist, als derjenige des Viertaktmotors. Da während eines Zweitaktspieles dieselben Verrichtungen in zwei (oder gar drei) Cylindern vollzogen werden müssen, welche während eines Viertaktes in einem Cylinder ausgeführt werden, so wird die Reibungsarbeit auf ein Arbeitsspiel beim Zweitakt grösser als beim Viertakt. Prof. *Witz* in Lille hat z. B. für einen Zweitaktmotor, System *Bénier*, einen mechanischen Wirkungsgrad von nur 53 % gefunden, während die Viertaktmotoren meist etwa 80 % zeigen.

Alles in allem genommen, stehen die beiden zuletzt besprochenen Zweitaktsysteme dem Viertaktmotor gegenüber mit einem höheren Gasverbrauch für 1 PS und Stunde und mit einem geringeren Gewicht der Maschine und insbesondere des Schwungrades. Die Frage beim Uebergang vom Viertakt zum Zweitakt ist also die: Lässt sich durch Einführung des Zweitaktes soviel an Gewicht ersparen, dass man andererseits einen grösseren Gasverbrauch in Kauf nehmen kann? Trotz andauernder und angestrengter Bemühungen ist es noch nicht gelungen, einen Zweitaktmotor zu bauen, der als gleichwertiger Ersatz des Viertaktmotors gelten könnte oder gar einen Schritt über den Viertaktmotor hinaus bedeuten würde. Weiter unten wird nochmals kurz auf den Zweitaktmotor zurückzukommen sein.

Der Viertaktmotor nimmt heute noch die erste Stelle unter den Gasmotoren ein. Aus dem Vergleich mit den besprochenen Zweitaktsystemen gehen die Vorzüge des Viertaktes, auf denen seine heutige Stellung beruht, deutlich hervor. Vor dem Zweitaktmotor mit doppelt wirkendem Kolben hat er die Betriebssicherheit, vor dem Zweitaktmotor mit einfach wirkendem Kolben die Einfachheit und hohe Wärmeausnutzung voraus.

Der hohen Wärmeausnutzung in den Viertaktmotoren wollen wir jetzt besondere Aufmerksamkeit zuwenden. Wir betrachten der Reihe nach den Betrieb mit Leuchtgas und Petroleum, dann den Betrieb mit Kraftgas und endlich den Betrieb mit Hochofengas, und jedesmal die wirtschaftliche Bedeutung der einzelnen Betriebe.

Zuerst der Betrieb mit Leuchtgas und Petroleum.

Während die grössten besten Dampfmaschinen nur 13 % der in der Kohle verfügbaren Wärme in Nutzarbeit umwandeln, werden in den besten heutigen Leuchtgasmotoren 28 % der Leuchtgaswärme in Nutzarbeit umgesetzt, also mehr als das Doppelte wie in den Dampfmaschinen. Den ungeheuren Fortschritt, den der Gasmotor in der Ausnutzung des Leuchtgases seit *Lenoir* gemacht hat, zeigt die Gegenüberstellung des Verbrauchs der ersten *Lenoir*'schen Maschine und der besten heutigen Viertaktmotoren: Der Verbrauch für 1 PS und Stunde betrug ehemals 2700 bis 3500 l, heute 450 l.

Nicht ganz so günstig steht der im *Otto*'schen Viertakt arbeitende Petroleummotor da; aber auch er übertrifft mit einer Wärmeausnutzung von 18 % die besten Dampfmaschinen noch beträchtlich. In dem *Diesel*'schen Petroleummotor ist infolge der Einführung eines für die Verarbeitung von flüssigen Brennstoffen besonders geeigneten Viertaktprinzips ebenfalls eine Wärmeausnutzung von 28 % erreicht worden, wie im *Otto*'schen Leuchtgasmotor. Auch der Petroleummotor ist seit *Brayton* bedeutend vervoll-

kommnet worden: Der *Brayton*-Motor verbrauchte für 1 PS und Stunde 800 bis 900 g, eine gute im *Otto*'schen Viertakt arbeitende Maschine braucht etwa 350 g, der *Diesel*-Motor sogar nur 230 g Petroleum.

So stehen denn die Leuchtgas- und Petroleummotoren heute auf einer hohen Stufe der Wärmeausnutzung; sie übertreffen darin die besten Dampfmaschinen um mehr als das Doppelte. Können nun unter diesen günstigen Umständen die Gas- und Erdölmotoren die Dampfmaschine nicht ersetzen? Im allgemeinen nicht, dazu ist vor allem, wenn zunächst von anderem abgesehen wird, das Leuchtgas und das Petroleum viel zu theuer, im Verhältnis zur Kohle.

2 cbm Leuchtgas stellen eine Wärmemenge von 10000 Kal. dar und kosten hier 24 Pf.

1 kg Petroleum stellt ebenfalls eine Wärmemenge von 10000 Kal. dar und kostet hier ebenfalls 24 Pf.

1 kg Ruhrnusskohle stellt eine Wärmemenge von etwa 7800 Kal. dar und kostet hier etwa 2,65 Pf. 10000 Kal. dieser Kohle kosten also $\frac{2,65 \,.\, 10000}{7800} = 3,4$ Pf.

10000 Kal. in Form von Leuchtgas und Petroleum sind somit hier gleich teuer, und $\frac{24}{3,4}$, d. i. etwa 7mal so teuer als 10000 Kal. in Form guter Steinkohle. Nun ist allerdings die Wärmeausnutzung in den Leuchtgas- und Erdölmotoren doppelt so gross wie in der Dampfmaschine, mit anderen Worten, man braucht für 1 PS und Stunde in den Leuchtgas- und Erdölmotoren nur etwa halb so viel Brennstoff (in Kalorien ausgedrückt) wie in den Dampfmaschinen; aber dieser Brennstoff ist 7mal teurer. Die Pferdekraft der Leuchtgas- und Erdölmotoren wird also trotz der vorzüglichen Wärmeausnutzung in diesen Motoren immer noch $\frac{7}{2} = 3,5$mal so teuer sein, als die Pferdekraft der besten Dampfmaschinen.

Der wirtschaftliche Wert einer Maschine hängt eben nicht allein von der Vortrefflichkeit der Wärmeausnutzung ab. Sonst hätte z. B. der *Diesel*-Motor in Deutschland eine viel weitere Verbreitung finden müssen, als er sie thatsächlich findet.

Der Leuchtgas- und Petroleummotor ist also nicht anzuwenden, wenn die Kosten des Brennstoffes ins Gewicht fallen, wie z. B. bei grossen Betriebsmaschinen, welche viel Brennstoff brauchen. Grosse Leuchtgas- und Petroleummotoren arbeiten trotz der hohen Wärmeausnutzung wirtschaftlich unvorteilhaft. Die Anwendung der Leuchtgas- und Erdölmotoren ist auf solche Fälle beschränkt, in denen wenig Brennstoff gebraucht wird, also auf kleine Kräfte und häufig unterbrochene Betriebe, auf Fälle, in denen die hohen Brennstoffkosten zurücktreten hinter den Vorzügen der Motoren: ihrer steten Betriebsbereitschaft, ihrer einfachen Wartung, ihrem geringen Raumbedarf, ihrem leichten Gewicht und ihrem billigen Preis. Man findet Leuchtgas- und Erdölmotoren in der Praxis in Grössen bis zu 20 PS, meist unter 12 PS; sie haben sich in diesen Grössen ein ansehnliches Verwendungsgebiet erobert. Mit Leuchtgasmotoren werden kleine Wasserhaltungen, kleine elektrische Beleuchtungsanlagen, kleine Betriebe, wie Buchdruckereien, Fleischereien, Bäckereien und viele andere sehr gerne betrieben. Der Leuchtgasmotor muss an die Leuchtgasleitung angeschlossen werden und ist aus diesem Grunde fast nur als ortsfeste Maschine im Gebrauch. Die Versuche, das Gas durch Verdichtung transportfähig zu machen und Fahrzeuge damit zu betreiben, haben bis jetzt keinen rechten Erfolg gehabt.

Die flüssigen Brennstoffe dagegen sind ihrer leichten Transportfähigkeit wegen besonders zum Betrieb von Fahrzeugen und fahrbaren Motoren geeignet, z. B. zum Betrieb von Strassenfuhrwerken zur Beförderung von Personen und Gütern, zum Betrieb von landwirtschaftlichen Maschinen, Feuerspritzen, Säge- und Spaltmaschinen, elektrischen Beleuchtungswagen, Booten und ähnlichem. Wenn nun auch die Leuchtgas- und Erdölmotoren als Kleinmotoren und für lokomobile und automobile Sonderzwecke grosse Verbreitung gefunden haben, so ist doch ihre allgemeine wirtschaftliche Bedeutung als Kleinmotoren eine untergeordnete und verhält sich zu derjenigen grosser Motoren etwa wie die Bedeutung des Kleingewerbes zur Grossindustrie, oder wie die Bedeutung der Strassenfuhrwerke zur Eisenbahn.

Aber der Gasmotor ist über die Bedeutung eines Kleinmotors weit hinausgewachsen. Das führt uns auf den Betrieb mit billigen Brennstoffen, zunächst mit Kraftgas. Der Erdölmotor scheidet von jetzt ganz aus der Betrachtung aus, da er in Deutschland nur mit teuren Oelen betrieben werden kann, ausgenommen an den wenigen unbedeutenden Fundstellen von Erdöl.

Man hat den Gasmotor unabhängig gemacht von dem Anschluss an das Rohrnetz der Leuchtgasfabriken, welche das Gas zu Beleuchtungszwecken herstellen und ihm aus diesem Grunde Eigenschaften verleihen müssen, welche für motorische Zwecke entbehrlich sind; das sind insbesondere die Leuchtkraft und der hohe Heizwert, Eigenschaften, die eine kostspielige Herstellung des Leuchtgases bedingen. Der Engländer *Dowson* hat Gaserzeuger oder Generatoren gebaut, d. h. Oefen, in denen aus Kohlen Gas gewonnen wird lediglich zu Kraftzwecken, das sogen. Kraftgas, nach seinem Erfinder auch *Dowson*-Gas genannt. Die Gaserzeugungsanlage steht bei dem Gasmotor, wie der Dampfkessel bei der Dampfmaschine. Sie ist eine Gasfabrik im kleinen. Der Raumbedarf derselben ist nicht grösser, als der einer Dampfkesselanlage; der hohe Schornstein fällt weg. Das Kraftgas besitzt ähnlich dem Leuchtgas die Eigenschaft, im Gasmotor mit hoher Wärmeausnutzung zu verbrennen und übertrifft das Leuchtgas weit durch seine Billigkeit. Damit, dass dieses billige Gas sich im Motor als verwendbar erwiesen hatte, war die Schranke gefallen, welche der Ausbildung des Gasmotors für grosse Kraftleistungen gezogen war. Man ging jetzt an den Bau grösserer Maschinentypen von 40 bis 200 PS und erzielte sehr schöne Erfolge mit ihnen. Pumpwerke und elektrische Zentralen für Kraft- und Lichterzeugung sind heute schon in grösserer Zahl im Betrieb. Das sind Gebiete, welche früher der Dampf unbestritten beherrscht hatte.

Und der Kraftgasmotor zeigt sich auf dem neugewonnenen Feld der Dampfmaschine technisch gewachsen, wirtschaftlich überlegen.

Die Arbeitsabgabe des Gasmotors wurde früher ausschliesslich durch Aussetzer geregelt: Wenn der Arbeitsbedarf sinkt, und der Motor seine normale Geschwindigkeit überschreiten will, stellt der Geschwindigkeitsregler die Gaszufuhr zum Cylinder ganz ab, bis die normale Geschwindigkeit wieder erreicht ist. Diese Regelungsweise hat insbesondere bei kleiner Leistung des Motors einen recht ungleichmässigen Gang zur Folge. In neuerer Zeit wird der Gasmotor ähnlich wie die Dampfmaschine geregelt, indem ununterbrochen Arbeit geleistet wird und die Grösse der Arbeitsleistung dem augenblicklichen Arbeitsbedarf angepasst wird.

Die Gleichförmigkeit des Ganges lässt sich — allerdings nur unter Anwendung schwerer Schwungräder — beim Viertaktmotor so hoch machen, als zur Erzeugung von ruhigem elektrischem Licht und zur Parallelschaltung von Drehstromgeneratoren nötig ist. Bei einem 150pferdigen Eincylindermotor weicht nach Angabe von Oberingenieur *Ebbs* in Nürnberg die grösste Schwankung der Umdrehungsgeschwindigkeit von der mittleren Geschwindigkeit um 1 : 120 ab.

Die wirtschaftliche Bedeutung des Kraftgasmotors liegt in der Billigkeit des Betriebes, ermöglicht durch die Verarbeitung billigen Gases. Eine Reihe von Versuchen an ausgeführten Kraftgasanlagen gibt hierfür Zeugnis. So die folgenden:

Das Wasserwerk der Stadt Basel wird mit 150pferdigen Kraftgasmotoren betrieben; das Kraftgas wird aus Koks gewonnen. Prof. *Meyer* in Göttingen fand den Verbrauch für 1 PS und Stunde zu 768 g Koks von 7200 Kal./kg, entsprechend einer Umsetzung von 11,5 % der im Koks enthaltenen Wärme in Nutzarbeit.

Die elektrische Zentrale der zentralen Zürichbergbahn arbeitet mit etwa 45pferdigen Motoren; das Kraftgas wird aus Anthracit erzeugt. Nach den Versuchen von Prof.

Meyer war der Verbrauch für 1 PS und Stunde 640 g Anthracit von 7872 Kal./kg, entsprechend einer Umsetzung von 12,6 % der im Anthracit enthaltenen Wärme in Nutzarbeit. Dieses Ergebnis reicht hinsichtlich der Wärmeausnutzung an die besten Ergebnisse mit grossen Dampfmaschinen heran.

Die jüngstens erbauten Kraftgasanlagen weisen sogar noch günstigere Verbrauchszahlen auf.

Im Elektrizitätswerk Trossingen bei Rottweil braucht der 90pferdige Motor bei Vollbelastung 480 g Anthracit für 1 PS und Stunde, entsprechend einer Wärmeausnutzung von 16,5 %. Damit ist die Dampfmaschine bereits übertroffen, vollends wenn man bedenkt, dass die Dampfmaschine in der Grösse von 90 PS noch nicht die günstige Wärmeausnutzung von 13 % ergibt, sondern nur etwa 8 %.

Der Verbrauch in einem kleineren Elektrizitätswerk in Wolmirstädt beträgt nach *Körting* bei voller Leistung 420 g, bei halber 580 g Anthracit; ein Zeichen, dass die Kraftgasanlage auch bei kleinerer Leistung noch vorzüglich arbeitet.

Die wirtschaftliche Ueberlegenheit des Kraftgasbetriebes über den Dampfbetrieb ist ausser Zweifel, wenn es sich um Betriebe wie Pumpwerke und elektrische Zentralen und um Kraftleistungen von 40 bis 200 PS handelt.

Immerhin muss hervorgehoben werden, dass die Kraftgaserzeuger zur Zeit nur Anthracit und Koks vergasen, also nur gute und teure Kohlensorten. Das war jedenfalls mit ein Grund, weshalb man bis vor wenigen Jahren sich noch nicht veranlasst fühlte, Motoren von über 200 PS zu bauen. Es bildet jedoch einen notwendigen Schritt in der Entwickelung des Kraftgasbetriebes, dass auch billige Brennstoffe zur Vergasung herangezogen werden. Das Gelingen der hierauf gerichteten Bestrebungen kann nur eine Frage der Zeit sein.

Den stärksten Anstoss zu seiner Weiterentwickelung hat der Gasmotor empfangen durch seine Einführung in den Hüttenbetrieb, durch die Verwendung der Hochofengase. Die Abgase, welche aus einem Hochofen entweichen, enthalten ziemlich viel brennbare Bestandteile, nicht viel weniger als das *Dowson*-Gas. Von dem letzteren entwickelt 1 cbm bei der Verbrennung 1100 bis 1200 Kal., während 1 cbm Hochofengas dabei ungefähr 900 Kal. frei werden lässt. Die Hochofengase liess man früher als wertlos unbenutzt ins Freie entweichen. Nachdem ihre Heizkraft erkannt war, wurden sie zur Vorwärmung der Luft, welche der Hochofen braucht, sowie zum Heizen von Dampfkesseln verwendet. Ganze Reihen von Dampfkesseln liegen meist in der Nähe der Hochöfen und weitverzweigte Leitungen verteilen den Dampf von dieser Dampfzentrale aus an die einzelnen Dampfmaschinen. Hier im Hüttenbetrieb, bisher einer Domäne des Dampfes, soll nun der Gasmotor seinen Einzug halten. Der Hüttenmann wird es freudig begrüssen, wenn die grossen Dampfkesselbatterien mit ihrer ungeheuren Explosionsgefahr so weit als möglich verschwinden, und ebenso die langen Dampfleitungen, welche infolge der Kondensation des Dampfes eine stete Quelle von Verlusten bilden.

Der grosse Kraftbedarf der Hütten ist nur durch grosse Maschinen zu bewältigen. Die grössten bisherigen Gasmotoren von 200 PS reichen hier lange nicht aus. Die Gasmotorenfabriken sehen sich also vor die Aufgabe gestellt, möglichst grosse Motoren zu bauen. Die Aufgabe ist denn auch kräftig in die Hand genommen worden, nachdem sich gezeigt hat, dass der Betrieb des Gasmotors mit Hochofengas durchaus befriedigend von statten geht und dass die Wärmeausnutzung eine ganz vorzügliche ist. Prof. *Witz* in Lille hat einen eincylindrigen Hochofengasmotor von 180 PS in den Werken von *Cockerill* in Seraing gebremst und gefunden, dass derselbe 19,5 % der im Hochofengas enthaltenen Wärme in Nutzarbeit verwandelt. Prof. *Meyer* hat an einem 65pferdigen Eincylindermotor in Differdingen eine Wärmeausnutzung von sogar 25 % festgestellt, mit einem Gas, welches man ehemals als wertlos ins Freie hatte entweichen lassen.

Infolge dieser Erfolge waren im April vorigen Jahres 25 grosse Hochofengasmotoren mit insgesamt 12 740 PS von deutschen Hüttenwerken in Auftrag gegeben. Die grössten derselben seien hier angeführt:

Die *Deutzer Gasmotorenfabrik* hatte vier Motoren von je 1000 PS in Auftrag. Eine Maschine hat vier gleiche Cylinder, welche auf eine gemeinsame Welle arbeiten, und je 250 PS entwickeln.

Während 250 PS die höchste Leistung war, die bisher aus einem Viertaktcylinder bezogen wurde, hat die *Société Cockerill* in Seraing das kühne Unternehmen gewagt, einen Eincylindermotor von 500 bis 600 PS zu bauen. Die Maschine läuft seit November 1899 zur vollen Zufriedenheit. Die Bedeutung dieses Unternehmens liegt in dem Nachweis, dass Gasmotorencylinder bis zu dieser Grösse noch betriebsfähig sind. Durch Vereinigung von vier solchen Eincylindermotoren entsteht ein 2000- bis 2400pferdiger Motor.

Es ist von Interesse, die Grössenverhältnisse des 500pferdigen Eincylindermotors kurz ins Auge zu fassen. Es beträgt der Cylinderdurchmesser 1300 mm, der Hub 1400 mm und die Umdrehungszahl in der Minute 80 bis 90.

Die 4,4 m lange Treibstange ist 300 mm stark. Die Kurbelwelle mit 460 mm Durchmesser wiegt 20 t; das Schwungrad hat einen Durchmesser von 5 m, sein Gewicht ist 35 t.

Zu solch ungewöhnlichen Abmessungen und Gewichten führt die Anwendung des Viertakts bei grossen Eincylindermotoren. Es erweckt den Anschein, als ob hier die Grenze nicht mehr fern sei, von der ab die Anwendung des Viertakts aufhört, wirtschaftlich zu sein.

Hier erhebt sich mit allem Nachdruck die Frage des Zweitakts, nach einem Motor, der bei gleicher Stärke kleineren Cylinder und leichteres Schwungrad aufweist. Auf die Schwierigkeiten, welche der Einführung des Zweitakts entgegenstehen, ist schon hingewiesen worden; es ist zu befürchten, dass der Gasverbrauch des Zweitaktmotors wesentlich höher wird als der des Viertaktmotors. Im Hüttenbetrieb nun ist die Grösse des Gasverbrauchs von untergeordneter Bedeutung, da das Hochofengas im Ueberschuss zu Gebot steht; das ist ein besonders günstiges Moment für die Einführung des Zweitakts bei dem Hochofengasmotor; dazu kommt noch, dass die Luft zum Ausblasen des Zweitaktcylinders unmittelbar aus der Gebläseleitung entnommen werden kann, die an jedem Hochofen vorhanden ist. Dass bei Einführung des Zweitakts im Kraftgasbetrieb wesentlich grössere Schwierigkeiten zu überwinden sind, ist nicht zu verkennen.

Schon vor mehr als einem Jahre wurde im *Hörder Eisenwerk* in Westfalen ein 600pferdiger Zweitaktmotor, System *Oechelhäuser*, in Betrieb gesetzt. Die Maschine besteht aus zwei gleichen 300pferdigen Motoren, deren Kurbeln um 180° versetzt sind. Die ganze Maschine arbeitet daher im Eintakt. Jeder der beiden Motoren hat einen an beiden Enden offenen Cylinder, in dem sich zwei einfach wirkende, im Zweitakt arbeitende Kolben gegeneinander bewegen. In der Cylinderachse liegt die Hilfspumpe, deren Kolben doppelt wirkend ist und auf der einen Seite Ausblaseluft, auf der anderen Gemisch ansaugt und in den Arbeitscylinder drückt. Der *Oechelhäuser*'sche Motor gehört zu der ersten Klasse der Zweitaktmotoren mit Gemischausblasung. Bevor die letztere beginnt, wird ein kräftiger Luftstrahl durch den Arbeitscylinder gejagt, wodurch die heissen Verbrennungsgase zum Teil hinausgefegt werden. Der Rest derselben und die Ausblaseluft werden hierauf mit frischem Gemisch ausgetrieben. Der kaum zu vermeidende Verlust, der durch Entweichen frischen Gemisches in den Auspuff entsteht, ist beim Betrieb mit Hochofengas nicht schwer zu nehmen. Die Gemischausblasung gewährt dagegen den Vorteil, dass der Arbeitscylinder vor Beginn der Verdichtung mit frischem, gut vorbereitetem Gemisch angefüllt werden kann, und das ist eine Vorbedingung für die Entwickelung einer grossen Maschinenleistung. Grosse Maschinenleistung ist aber für den Hochofengasmotor von weit höherer Bedeutung, als geringer Gasverbrauch.

Betriebserfahrungen und Versuche über die Grösse der Leistung des *Oechelhäuser*'schen Motors sind bis jetzt noch nicht bekannt gegeben worden. Nach einer Aussage von *Körting* bedeutet der *Oechelhäuser*'sche Motor einen Erfolg der Zweitaktbestrebungen.

Die Aufgabe, welche der Hüttenbetrieb dem Gas-



motorenbau gestellt hat, der Bau grosser Gasmotoren, ist also in der Lösung begriffen und nach den günstigen Erfahrungen, welche bisher mit Hochofengasmotoren bis 200 PS vorliegen, steht zu hoffen, dass auch die Typen bis etwa 1000 PS ohne grosse Schwierigkeit zur Zufriedenheit der Industrie ausgebildet werden.

Damit ist zunächst dem Hüttenbetrieb ein beträchtlicher Nutzen entstanden, der in dem teilweisen Ersatz der Dampfkessel und Dampfmaschinen durch Gasmotoren gelegen ist. Ein weiterer Nutzen steht noch in Aussicht. In den Gasen, die aus einem Hochofen abziehen, ist ein Kraftvorrat aufgespeichert, welcher nach den Berechnungen von Ingenieur *Lürmann* den unmittelbaren Kraftbedarf zum Betrieb dieses einen Hochofens um mehr als das Dreifache übersteigt. Würde der überschüssige Teil der Hochofengase in Gasmotoren verbrannt, so könnten in ganz Deutschland ½ Million mehr Pferdestärken gewonnen werden, als wenn mit dem Gas Dampfkessel geheizt und Dampfmaschinen getrieben würden. Der Gewinn von ½ Million PS kommt einem jährlichen Geldgewinn von etwa 44 Millionen Mark für die deutschen Eisenhütten gleich. Wenn davon thatsächlich auch nur die Hälfte erreicht würde, so bedeuteten auch 22 Millionen Mark noch einen ausserordentlich hohen Gewinn.

Der Bau grosser Gasmotoren ist nun nicht allein für die Hüttenbetriebe von Nutzen, er hat allgemeinere Bedeutung; die Rückwirkung auf den Kraftgasbetrieb kann nicht ausbleiben. Die grossen Gasmotoren werden auch ausserhalb der Hüttenwerke in der Industrie Eingang finden. Je grösser die Kräfte werden, die aus Kraftgas erzeugt werden sollen, desto dringender erhebt sich die Forderung, das Kraftgas selbst so billig als möglich herzustellen, z. B. wie schon erwähnt, aus billigen Brennstoffen.

Man muss sich aber hüten, der Ansicht Platz zu geben, als ob der Gasmotor die Dampfmaschine überall ersetzen könnte; davon ist, in seiner heutigen Form wenigstens, keine Rede. Es gibt noch keinen Gasmotor, der umsteuerbar ist, den man willkürlich vorwärts und rückwärts laufen lassen kann. Die Schwierigkeit liegt darin, dass umsteuerbare Maschinen, wie Lokomotiven, Walzenzugmaschinen, Fördermaschinen, Schiffsmaschinen, unter Belastung anlaufen müssen. Das ist mit der Dampfmaschine möglich, mit dem Gasmotor dagegen nicht. Die Dampfmaschine erhält ihre Triebkraft von aussen, aus einem Dampfkessel, in welchem dieselbe in Form von Spannkraft aufgespeichert ist. Diese ganze Spannkraft steht zum Anlassen der Dampfmaschine bereit. In dem Gasmotor dagegen wird die Triebkraft im Innern des Cylinders erzeugt aus dem Gasgemisch, welches der Kolben selber erst in den Cylinder ansaugen muss. Soll der Gasmotor in Gang gesetzt werden, so muss zuerst durch irgend ein Hilfsmittel dem Schwungrad ein Antrieb erteilt werden, damit der Kolben Gemisch ansaugt und verdichtet; bei den folgenden Umdrehungen wird eine der angesogenen Gemischmenge entsprechende, begrenzte Arbeit im Cylinder entwickelt, durch welche der Motor auf seine normale Geschwindigkeit beschleunigt wird; erst jetzt darf der Motor belastet werden.

Nur in einem besonderen Fall wird der Gas- und Erdölmotor zum Antrieb von Maschinen verwendet, welche umgesteuert werden und unter Belastung anlaufen, wenn es sich nämlich um kleine Kräfte handelt, wie z. B. bei Automobilen, kleinen Lokomotiven, kleinen Booten. Der Antriebmotor läuft ununterbrochen in einem und demselben Sinne um; das Anfahren geschieht, indem man eine Kuppelung, welche den Motor mit dem Triebwerk verbindet, langsam einrückt und die im Schwungrad aufgespeicherte lebendige Kraft zur Ingangsetzung benutzt; das Anhalten erfolgt nach Ausrücken dieser Kuppelung. Die Umsteuerung ist ins Triebwerk verlegt. Diese mittelbare Lösung der Aufgabe der Umsteuerung führt bei grossen Kraftleistungen zu schwerfälligen und unbrauchbaren Konstruktionen.

Als weitere Eigentümlichkeit haftet dem Gasmotor im Gegensatz zur Dampfmaschine an, dass er nicht überlastet werden kann. Das im Motorcylinder befindliche Gas- und Luftgemisch übt die stärkste Explosionswirkung aus, wenn das Mischungsverhältnis ein derartiges ist, dass bei der Verbrennung Gas und Luft gerade aufgezehrt werden, dass also nach der Verbrennung weder Gas noch Luft überschüssig ist. Mehr Gas und weniger Luft in den Cylinder zu saugen ist wertlos, weil dann ein Teil des Gases wegen Luftmangels nicht verbrennt. Die Gasmenge, die man in einem gegebenen Cylinder verbrennen kann, ist eine begrenzte, und damit auch die Arbeit, die man aus dem Motor zu beziehen im stande ist. Wird dem Motor eine grössere Arbeitsleistung zugemutet, als diese, so bleibt er stehen. Eine Dampfmaschine dagegen kann man weit über die normale Leistung hinaus belasten, wenn man grössere Füllung gibt. Die Maschine verträgt das gut, sie braucht nur mehr Dampf.

Zur Zeit wird also der Gasmotor der Dampfmaschine nur einen Teil ihres Anwendungsgebietes streitig machen können; ausgeschlossen sind alle Betriebe, in denen der Motor unter Belastung anlaufen muss, und in denen eine Ueberlastung zu erwarten steht. Auf dem Gebiet aber, auf welchem der Gasmotor mit der Dampfmaschine in Wettbewerb treten kann und bereits getreten ist, also zum Betriebe elektrischer Zentralen, von Gebläsen, Pumpwerken und ähnlichem, wird er immer weitere Verbreitung finden.

Fassen wir zusammen:

Der *Otto*'sche Viertaktmotor bildet die Grundform der heutigen Gas- und Erdölmotoren. Mit Gasen betrieben, gleichgültig ob Leuchtgas, Kraftgas oder Hochofengas, wird er in der Güte der Wärmeausnutzung von keinem Motor eines anderen Systems übertroffen; mit Petroleum betrieben, nur vom *Diesel*-Motor.

Der Leuchtgas- und Erdölmotor hat als Kleinmotor in Kleinbetrieben und für Lokomobile und Automobile weite Verbreitung gefunden.

Der Kraftgas- und Hochofengasmotor wird zur Zeit als Grossgasmotor ausgebildet und ist als solcher in einer Reihe von Fällen mit der Dampfmaschine in erfolgreichen Wettbewerb getreten.

Für den Bau grosser Gasmotoren ist der Ersatz des Viertakts durch den Zweitakt von grosser Wichtigkeit. In der Befähigung, das billige Kraftgas und Hochofengas mit vorzüglicher Wärmeausnutzung zu verarbeiten und grosse Kräfte zu entwickeln, liegt die wirtschaftliche Bedeutung des Gasmotors und seine Zukunft.

Die gebräuchlichen Automobilsysteme.

Von Professor **H. Bachner** in Stuttgart.

(Fortsetzung des Berichtes S. 220 d. Bd.)

II. *Akkumulatoren.*

Es stehen bekanntlich zwei Hauptarten von Akkumulatoren in Verwendung, deren Unterschied in der Herstellung der positiven Platten begründet liegt. Diese sind bei dem nach *Faure* benannten Akkumulator aus Bleigittern hergestellt, in deren Zwischenräume eine aus Blei-



oxyd bestehende Masse eingetragen ist; dem Volumen nach überwiegt weitaus diese sogen. aktive Masse. Die positiven Platten der *Planté*-Zellen hingegen besitzen verhältnismässig wenig aktive Masse, lassen dagegen durch Furchung eine derartige Gestaltung des Bleikörpers zu, dass die nur äusserlich mit Masse bedeckte Oberfläche eine sehr bedeutende Grösse zu erlangen vermag; die negativen Platten sind auch hier in der Regel nach dem System *Faure* hergestellt.

Obgleich nun die betriebsfertigen Zellen in beiden Fällen dieselbe chemische Zusammensetzung besitzen, sind ihre Eigenschaften in elektrischer Hinsicht doch wesentlich verschieden. Der die elektrische Energie aufspeichernde Teil ist lediglich die aktive Masse, und da die *Faure*-Platten reichlich mit solcher versehen sind, ist ihre Aufspeicherungsfähigkeit oder Kapazität gegenüber den mit einer nur dünnen Masseschicht bedeckten *Planté*-Platten eine grosse. Diese hingegen besitzen zufolge ihrer Konstruktion einen wesentlich geringeren inneren Widerstand, weil ihr Bleikörper viel besser leitet als die aus Oxyden und Bindemitteln bestehende Massefüllung.

Eine weitere Besonderheit der überwiegend aus metallischem Blei bestehenden *Planté*-Platten ist ihr relativ hohes Gewicht gegenüber den *Faure*-Platten, die überdies infolge ihrer höheren Aufspeicherungsfähigkeit ein geringeres Volumen besitzen werden. Hieraus erklärt sich von selbst die Bevorzugung, welche die letzteren bis heute noch geniessen: Bei verhältnismässig geringem Gewicht können sie eine bestimmte elektrische Leistung längere Zeit hindurch hergeben als die *Planté*-Zellen. Dies ergibt sich ohne weiteres aus der nachstehenden[1]) Tabelle, welche die für den vorliegenden Zweck wesentlichen Angaben über zwei der gebräuchlichsten Typen annähernd derselben Kapazität enthält, eine *Faure*-Zelle der *Société de l'accumulateur Fulmen*, Clichy, und eine *Tudor-(Planté-)*Zelle der *Akkumulatorenfabrik Akt.-Ges. Berlin;* daneben finden sich die entsprechenden Zahlen des den *Watt-Akkumulatoren-Werken, Akt.-Ges.*, patentierten *Watt*-Trockenakkumulators; alle drei Zellen sind für Traktionszwecke bestimmt.

System	*Fulmen*	*Tudor*	*Watt*
Type	B 17	A`55 IV	C 10
Gesamtgewicht der Zelle . kg	10,4	16,7	18,5
Gesamte Oberfläche der positiven Platten . . . . . qdm	28,8	220	—
Höchste normale Ladestromstärke . . . . . . Amp.	40	60	60
Bei einer Entladezeit von 5 Stunden:			
Kapazität . . . . . Amp./Std.	135	132	130
Entladestrom . . . . Amp.	27	26,4	26
Auf 1 kg Gesamtgewicht entfallen:			
Spezifische Kapazität Amp./Std.	13	7,9	7
Spezifischer Entladestrom Amp.	2,6	1,6	1,4

Der *Fulmen*-Akkumulator (Fig. 87), von *Brault* konstruiert und in Frankreich bis vor kurzem für Automobilzwecke fast allein in Verwendung, dürfte wohl die Grenze der praktisch noch zulässigen Gewichtsreduktion erreicht haben. Er besitzt für die verschiedenen Typen die gleichen Platten von 100 mm Breite und 180 mm Höhe, die nur 4 mm stark und mit gleichfalls nur 4 mm Zwischenraum eingebaut sind. Die Eigenart der Zelle beruht auf ihrem geringen Totalgewicht von nur 10,4 kg gegenüber den 16,7 kg der *Tudor*-Zelle, und die Tabelle lässt erkennen, dass ein mit Zellen des letztgenannten Systems ausgerüstetes Fahrzeug für die gleiche Leistung ein 13 : 7,9 = 1,65mal grösseres Batteriegewicht mitschleppen muss, als bei Verwendung von *Fulmen*-Zellen; bei der üblichen Zellenzahl von 44 ergibt dies, auf die vorliegende *Fulmen*-Zelle bezogen, ein Mehr von (17,2 — 10,4) 44 = 300 kg.

Aus dem Vorliegenden ergibt sich, dass eine hohe spezifische Kapazität der Akkumulatorenbatterie unter allen Umständen wünschenswert ist. Sie bildet aber nicht die für den rationellen Betrieb der Automobilen allein massgebende Grösse, es ist vielmehr dessen Wirtschaftlichkeit und Zuverlässigkeit noch von gewissen anderen Eigenschaften der Zellen abhängig, die wir aus der folgenden Betrachtung kennen lernen werden.

Das Laden und Entladen der Zellen steht in innigem Zusammenhang mit den chemischen Umwandlungen inner-

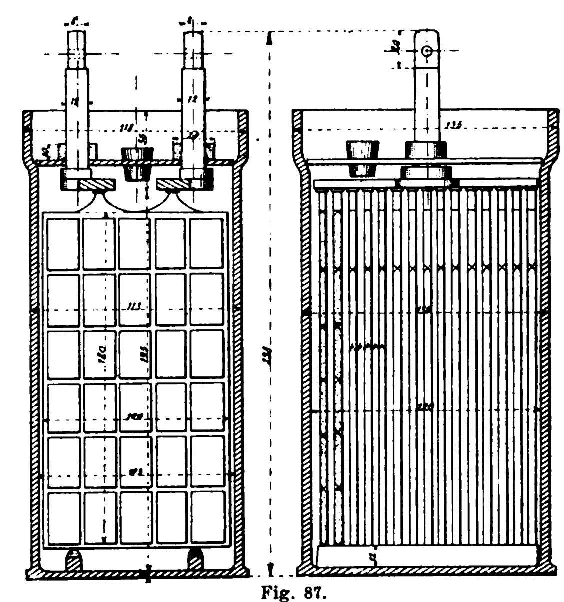


Fig. 87.
Fulmen-Akkumulator von Brault.

halb der aktiven Masse, welche bei der normal geladenen Zelle bekanntlich aus Bleisuperoxyd auf der positiven, fein zerteiltem Blei auf der negativen Platte bestehen soll. Bei der Entladung überziehen sich beide Platten allmählich mit einer Schicht von Bleisulfat, die bei der nächsten Ladung wieder vollkommen zurückverwandelt werden sollte. Gelingt dies nicht völlig, so verstärkt sich die schlechtleitende Sulfatschicht, die an der Aufspeicherung nicht teilnimmt, erschwert dem Strom und der Säure den Zutritt zum Inneren der Masse und drückt die Kapazität und die Leitungsfähigkeit zunächst stark herab. Dieser Zustand ist die Folge zu starker und zu lange fortgesetzter Entladungen oder ungenügender Ladungen.

Aber auch zu starkes Laden ist den Zellen nicht zuträglich. Die lebhafte Gasentwickelung, die sich zum Teil ins Innere der Masse fortsetzt, lockert dieselbe; durch wiederholtes Aufquellen und Zusammenziehen wird der Zusammenhang zwischen Masse und Bleikörper gelöst, besonders bei den positiven Platten, und die Folge ist Abbröckeln der wirksamen Schichten. Besonders schädlich wirkt dabei eine ungleichmässige Stromverteilung zwischen den einzelnen Platten der Zelle. Dann überziehen sich wohl nur bestimmte Plattenteile mit einer bleibenden Sulfatdecke, die Ausdehnungen und Zusammenziehungen erfolgen ungleichmässig und die Platte krümmt sich, wobei noch nebenbei die Gefahr eines Kurzschlusses durch schliessliche Berührung positiver und negativer Zellenteile eintritt.

Die Erfahrung zeigt, dass insbesondere plötzliche starke Entlade- und Ladeströme verderblich wirken, und man schreibt daher bei stationären Batterien das zulässige Maximum der entsprechenden Stromstärke vor. Betrachtet man aber nun diese Verhältnisse bei einer sogen. Traktionsbatterie während der Fahrt, so sieht man, dass diese schädlichen Stromstösse gerade den normalen Betriebszustand darstellen, wie aus den Fig. 88 und 89 zur Genüge hervorgeht. In diesen Diagrammen sind die Belastungsschwankungen zum Ausdruck gebracht, denen während der oben bereits erwähnten[2]) Automobilwettfahrt die Batterien

[1]) Die Angaben über die *Fulmen*-Zelle sind dem Bericht von *Forestier* über den *Concours des voitures de place automobiles*, 1898, entnommen (*Mém. Soc. Ing. Civ.*, November 1898), die übrigen Werte den dem Verfasser freundlichst zur Verfügung gestellten Listen der betreffenden Firmen.

[2]) Es waren dies je ein Wagen von *Jeantaud* und *Krieger* (*Mém. Soc. Ing. Civ.*, November 1898).



zweier die gleiche Strecke befahrenden Akkumulatorwagen mit Zellen der Type *Fulmen* B 17 ausgesetzt waren; die Kurven entsprechen der zu den bestimmten Fahrzeiten gemessenen Stromstärke in Ampère und lassen erkennen, dass von einer irgendwie gleichmässigen Beanspruchung keine Rede sein kann, und dass Stromstösse bis zum Doppelten (Fig. 88) und Dreifachen (Fig. 89) der als normal bezeichneten Stromstärke (bei 5stündiger Entladung) auftreten. Nimmt man hierzu noch die ungünstige mechanische Beanspruchung durch die bei der Fahrt auftretenden Stösse, so wird klar, dass man von diesen Automobilhaftigkeit der Platten und Schonung derselben durch möglichste Reduktion der Grösse und Zahl der beim Betrieb auftretenden Stromstösse hinarbeiten sollte. So zeigt ein Vergleich der beiden Diagramme (Fig. 88 und 89) deutlich, dass von den beiden die gleiche Versuchsstrecke durchlaufenden Fahrzeugen das der Fig. 89 entsprechende eine wesentlich günstigere Beanspruchung der Batterie lieferte, auch wenn man von den nicht unbedeutenden Ladungsstössen bei Fig. 88 absieht, die, eine Folge der versuchten Rückgewinnung von Energie (s. unten), als negative Stromstärken eingetragen sind.

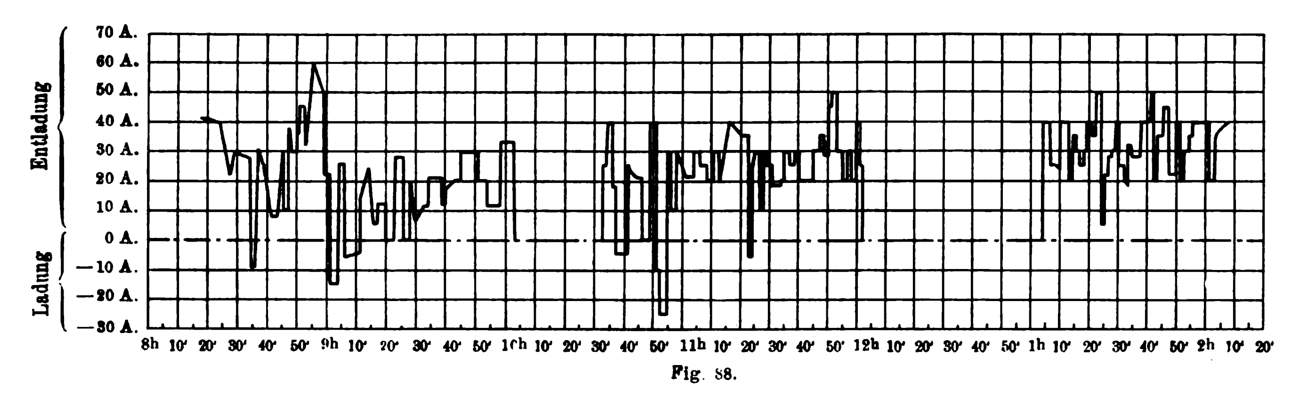


Fig. 88.

Akkumulatoren keinenfalls die gleiche Lebensdauer erwarten darf, wie von stationären Zellen etwa für Beleuchtungsanlagen.

Diesen zerstörenden Einflüssen gegenüber zeigt sich die Grossoberflächenplatte viel weniger empfindlich als die Kapazitätsplatte. Infolge ihrer geringeren Aufspeicherungsfähigkeit muss das Gewicht für eine verlangte Leistung grösser genommen werden; hierdurch wächst die ohnedies wesentlich grössere Oberfläche noch mehr, und im umgekehrten Verhältnis verringert sich die auf die Flächeneinheit entfallende Stromstärke (die sogen. Stromdichte), wodurch gleichzeitig die Intensität der chemischen Vorgänge gemildert wird. Dies und die geringe Stärke der aktiven Schicht erleichtert das gleichmässige und vollkommene Eindringen der Stromwirkungen, und die Folge ist eine bessere Haltbarkeit dieser Plattenart, ein dauerndes Festhalten der Kapazität auf der normalen Höhe.

Die Tabelle zeigt die ausserordentliche Ueberlegenheit der *Tudor*-Platten in dieser Hinsicht; die gesamte positive Plattenoberfläche ist 228 : 28,8 = 7,6mal grösser als bei der *Fulmen*-Zelle. Hieraus erklären sich nun auch die Verschiedenheiten in den Angaben über die zulässige Ladestromstärke: Während die *Société Fulmen* nur 40 Ampère als zulässig erklärt, ist für die *Tudor*-Zelle 60 Ampère als normal angegeben, aber selbst eine dauernde Ladestromstärke von 165 Ampère als nicht bedenklich bezeichnet. Diese Unempfindlichkeit gegen Stromstösse lässt natürlich für die Grossoberflächenplatte auf eine entsprechend längere Lebensdauer schliessen.

Als beachtenswertes Ergebnis jener Wettfahrten hat sich gezeigt, dass die Kosten für die Lieferung oder Erzeugung der für den Betrieb der Wagen erforderlichen elektrischen Energie bisher bei weitem von den Unterhaltungskosten des Fahrzeuges (Verhältnis 1 : 12), darunter insbesondere denen der Batterie übertroffen werden, ein Hinweis darauf, dass man mit allen Mitteln auf Dauer-

Es erschien der mit Ueberwachung der Versuchsfahrten betrauten Kommission des *Automobile-Club de France* so wichtig, über das Verhalten der Akkumulatoren und insbesondere von verschiedenartigen Typen bei solchen ungünstigen Betriebsverhältnissen nähere Aufschlüsse zu gewinnen, dass ein neuer Wettbewerb speziell für Akkumulatoren beschlossen wurde mit einer Versuchsanordnung, die eine ständige Kontrolle der einzelnen Zellen gestatten musste. Da mit Bezug auf diesen Punkt der Fahrbetrieb ausgeschlossen erschien, wurden Apparate konstruiert, welche die Erschütterungen des Fahrzeugs möglichst getreu zu erzeugen gestatteten und gleichzeitig eine bestimmte Zahl von Stromstössen und dauernden Entladungen verschiedener Art aufeinander folgen liessen. Das Versuchsprogramm war kurz das folgende[3]):

1. Batteriegewicht höchstens 110 kg, normale Kapazität bei 5stündiger Entladung 120 Ampère-Stunden mit höchstens 8,5 Volt Spannungsabnahme.

2. Wochenweis wiederholte Beanspruchung mit je 1 Ruhetag. 1 Tag mit normaler Dauerentladung in 5 Stunden mit 24 Ampère. 5 Tage mit 5stündigen Entladungen unter Benutzung des oben erwähnten Apparates. Die dabei künstlich erzeugten Belastungsschwankungen gibt das Diagramm (Fig. 90) wieder.

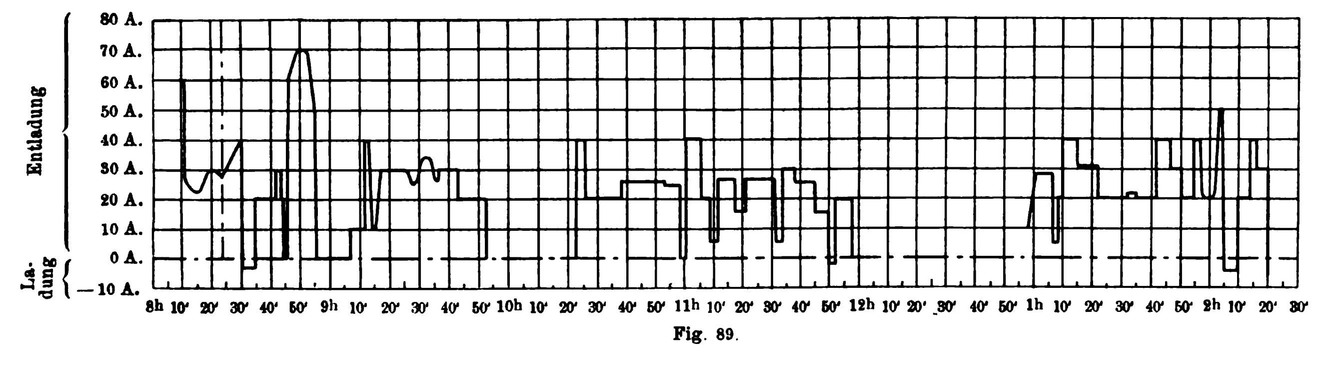


Fig. 89.

3. Gesamte Versuchsdauer 6 Monate.

Dieser Concours international d'accumulateurs pour voitures automobiles wurde in der Zeit vom 3. Juni bis 2. Dezember 1899 abgehalten. Ueber das Resultat liegen bisher nur spärliche[4]) Mitteilungen vor, aus denen zunächst hervorgeht, dass das Programm weder von der einen noch anderen Seite ganz erfüllt werden konnte; so funktionierte der Rüttelapparat nur vom 19. Juli bis 14. November, und

[3]) *Le Génie civil*, Bd. XXXIV S. 93.

[4]) *Le Génie civil*, 13. Januar 1900 S. 171; *Z. d. V. d. I.*, 1900 S. 166.

das vorgeschriebene Gewicht erscheint mehrfach überschritten. Infolge von Störungen wurde die berechnete Zahl von Entladungen vielfach nicht erreicht, so dass beschlossen wurde, in dem Prüfungsresultat nur solche Batterien aufzuführen, welche mindestens 60 volle Entladungen durchgemacht haben; dieser Bedingung genügen nur 8 von 18, darunter 3 mit *Planté*-Platten (nur die positiven). Gerade über die wichtigsten Ergebnisse dieser Versuche, insbesondere den Endzustand der Zellen, fehlen aber noch nähere Angaben, besonders günstige Erfahrungen scheinen, wie zu erwarten war, nicht gemacht zu sein.

Von Interesse ist es jedenfalls, zu sehen, dass man gegenwärtig wieder mehr den Grossoberflächenplatten

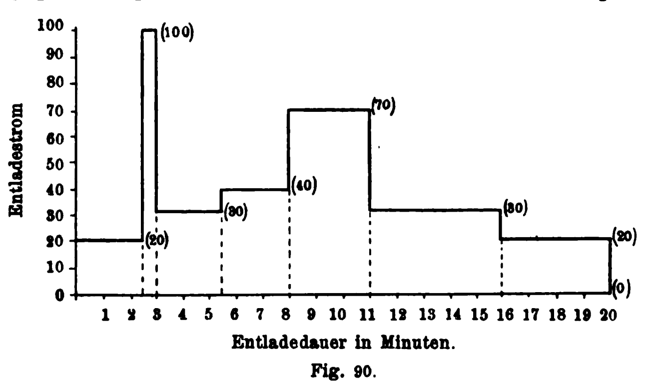


Fig. 90.

Planté'schen Systems, wenigstens für die Positiven, zuneigt. Dies erscheint besonders in den Fällen gerechtfertigt, wo man, wie bei Droschken, die mit einmaliger Ladung zu durchfahrende Strecke nicht sehr gross zu nehmen braucht, etwa 20 bis 30 km, wo dagegen andererseits auf möglichst hohe Wirtschaftlichkeit des Betriebes, d. h. lange Lebensdauer der Batterie, gerechnet werden muss, wie dies bei den grossen Verkehrsgesellschaften der Fall ist. So zieht die *Compagnie Générale des voitures* in Paris schon jetzt die mit positiven *Planté*-Platten versehenen Zellen der *Société pour le travail électriques des métaux* den *Fulmen*-Zellen[5]) vor, stellt übrigens selbst Versuche mit verschiedenen Systemen im praktischen Betriebe an, um jene wichtige Frage zu klären, und auch in Deutschland scheint man nicht einseitig die Kapazitätsplatten zu bevorzugen.

Uebrigens gibt es auch eine ganze Reihe von Akkumulatoren des *Faure*'schen Systems, welche von der *Fulmen*-Type wesentlich abweichen. Bei dieser sind es besonders der geringe Plattenabstand und die ausgedehnten Massefelder (Fig. 87), welche zu Bedenken Anlass geben. Ersterer begünstigt eine ungleichmässige Stromdichte zwischen den einzelnen Platten und einzelnen Punkten zweier Platten, denn die kaum zu vermeidenden kleinen Abweichungen erlangen einen verhältnismässig grossen Einfluss; krümmt sich die Platte, so wird die nur durch geringe Berührungsfläche gehaltene Füllung leicht ausfallen (ein Kurzschluss dürfte wohl durch Zwischenlagen, die in der Figur allerdings fehlen, vermieden sein). Man wird deshalb, sobald man nur nicht ausschliesslich auf die Höhe der spezifischen Kapazität Wert legt, Konstruktionen vorziehen, die durch Häufung der Querrippen und ähnliche Mittel eine bessere Berührung zwischen Blei und Masse gewährleisten, wobei allerdings das Gewicht zu-, die Kapazität abnehmen muss. Hierher gehören z. B. die deutschen Konstruktionen System *Pollak*, *Kölner Akkumulatorenwerke*, *Correns*, *Pflüger* und andere; unter ihnen sei wegen ihrer besonderen Eigenart die Konstruktion des *Watt*-Trockenakkumulators kurz erläutert. Viele wagerecht verlaufende, durch vertikale Leisten versteifte Doppelrippen halten die Masse und sichern der Platte eine ziemliche Haltbarkeit trotz sehr geringer Stärke; dadurch ist aber die Aufspeicherungsfähigkeit bis auf die Werte der *Planté*-Zellen gesunken (vgl. die Tabelle). Die Haltbarkeit der Platten erscheint nun noch dadurch begünstigt, dass an Stelle der gewöhnlichen Säurefüllung eine mit Säure getränkte sogen. Trockenmasse (den *Watt-Akkumulatoren-Werken* patentiert) Verwendung gefunden hat, welche den gegenseitigen Abstand der Platten fixiert, ihrem Verziehen widersteht und nicht nur das Schaukeln und Verspritzen der Säure beseitigt, sondern auch ihr Entweichen bei der Gasentwickelung verhindern soll. Da dieses System bereits längere Zeit in praktischer Verwendung[6]) erprobt wurde, steht zu hoffen, dass es das Schicksal seiner vielen Vorgänger nicht teilen wird.

Zu beachten ist für den Automobilbetrieb mit Akkumulatoren insbesondere das schon bei Besprechung der Fig. 88 und 89 Angedeutete: man soll auf möglichst günstige, d. h. stetige Belastung der Batterie hinwirken, und, nachdem der Wirkungsgrad der Motoren kaum mehr verbesserungsfähig erscheint, bei deren Dimensionierung im Auge behalten, dass die Schwankungen der Stromstärke nicht zu bedeutend ausfallen; dasselbe gilt für die nunmehr zu besprechenden Anordnungen zur Regelung der Fahrgeschwindigkeit, die ausserdem noch der Bedingung genügen sollten, dass jede Energievergeudung vermieden werde. (Fortsetzung folgt.)

[5]) *Revue industrielle*, 20. Januar 1900 S. 28.

[6]) Berlin-Charlottenburger Strassenbahn.

Kleinere Mitteilungen.

Eine Sprech- und Diktiermaschine.

Als eine Sprech- und Diktiermaschine darf die neueste dem *Edison*'schen Phonographen gegebene Form bezeichnet werden. Jetzt erst erscheint dieser bisher nur zu allerhand Scherzen benutzte Apparat, der das auf seiner Walze Fixierte in allen Fällen höchst verzerrt wiedergab, wahrhaft praktisch in verschiedenen Richtungen, und wenn nicht alle Anzeichen trügen, so wird er sich in der Welt der Bureaux und Kontors schneller einführen, als seiner Zeit die Schreibmaschine, und gleich letzterer dort ein unerlässliches Inventarstück werden.

Das „Graphophon", wie sich der neue Apparat mit dem unerlässlichen griechischen Namen nennt, also wörtlich übertragen „Schreibtöner", unterscheidet sich von dem älteren *Edison*'schen Phonographen nicht so viel, wie die genaue Umkehr des Namens vermuten lässt. Im wesentlichen ist der neue Apparat erheblich kleiner und mit Einrichtungen versehen, um ihn auf dem Fleck anzuhalten bezw. Uhrwerk oder Elektromotor auszuschalten, um seine Geschwindigkeit schnell in weiten Grenzen zu vergrössern oder zu verringern und um die Aufnahmewalze mit dem geringsten Zeitverlust einzulegen oder zu entfernen. Diese Walze ist der wichtigste und entscheidende Zug des neuen Apparats, sie hat ihn auch patentierungsfähig gemacht; denn sie besteht aus einer besonderen Masse, welche gerade die richtige Plastizität besitzt, d. h. weder zu hart noch zu weich ist, um die von dem vibrierenden Stift am Sprechtrichter ausgeführten Schwingungen bezw. Stiche gegen die Walze getreu aufzunehmen und festzuhalten. *Edison* benutzte als Ueberzug seiner Walze anfänglich Zinnfolien, später kam Wachs in Anwendung. Beides hat sich nicht bewährt. Die Zinnfolie hielt die vom Stift gemachten Vertiefungen ungenügend fest, namentlich die flacheren unter ihnen, wodurch bei der Reproduktion manche Töne schnell unklar wurden, ja häufig schon bei der ersten Reproduktion versagten oder undeutlich waren. Das Wachs gab beim ersten Abhören Klangfarbe und Stimme viel besser wieder, aber seiner Weichheit entsprechend nutzte es sich schnell ab und war für Wiederholungen unverwendbar. Eine gute Eigenschaft besass das Wachs. Die vollgeschriebene Walze durfte nur über einer hin nnd her geführten Spirituslampe schnell in Drehung versetzt werden, um wiederholte Benutzung zu erlauben.

Die neue Masse des „Graphophon" sieht dunkelbraun aus

und hat die Konsistenz etwa wie recht harte Seife. Ihre Herstellung ist das Geheimnis des Erfinders. Sie wird zu cylindrischen Hohlwalzen von etwa 12 bis 15 cm Länge und etwa ½ cm Wandstärke geformt und in dieser Gestalt auf den Stahlcylinder des Apparates, auf den sie genau passt, aufgeschoben. Eine solche Walze, „Graphophoncylinder", kostet 1,50 M. Sie fasst 1200 Silben und kann bis 150mal zur Aufnahme neuer Tonschrift benutzt werden. Um die vollgeschriebene Walze für den nächsten Gebrauch herzurichten, wird sie „abrasiert", wie der Erfinder sagt, abgedreht, wie wir sagen würden. In Wirklichkeit dringt der „Saphirstift" der Membran nur sehr flach in die Walze ein, so dass abrasieren wohl der zutreffendere Ausdruck ist. Diese Arbeit besorgt ein kleiner Apparat (Support), der mit dem Hauptapparat geliefert wird. Die abrasierte dünne Schicht der Masse fällt dabei in feinen weissen Drehspänen ab.

Die praktische Benutzung des „Graphophon" ist nun vom Erfinder wie folgt gedacht, und nicht bloss gedacht, sondern in Amerika in zahlreichen Fällen schon bestens erprobt und als äusserst vorteilhaft befunden: Der jetzt bestenfalls zur Beschleunigung seiner Korrespondenz auf das Diktieren an einen Stenographen angewiesene, mit Arbeit überladene Chef eines Bureaus oder Kontors spricht sein Diktat in beliebigem Tempo in das angemessen schnell bewegte Graphophon hinein, ohne jede besondere Anstrengung, selbst halblaute Sprache genügt, — und darf sicher sein, dass die Walze jeden Ton einschliesslich leisen Räusperns, festhält. Der Hohlcylinder wird dann herausgenommen, vorausgesetzt, dass der Bequemlichkeit halber noch ein zweiter Apparat vorhanden ist, und in diesen eingelegt. Die mit dem Abschreiben beauftragte Person setzt sich alsdann neben den Apparat, nimmt das Hörrohr ans Ohr, befestigt es dort in derselben Weise, wie unsere Telephondamen dies gewohnt sind, und hat nun beide Hände zum Schreiben frei. Wird der Apparat mit geringerer Geschwindigkeit als vorher bei der Aufnahme in Bewegung gesetzt, so diktiert er der schreibenden Person ins Ohr. Arbeitet er noch zu schnell, so kann mit einem Druck das Tempo verringert werden. Ebenso leicht ist die Vergleichung des Geschriebenen mit dem Diktat durch Zurückdrehen der Walze unter zeitweiliger Entfernung des Saphirstiftes, beides auch durch einen einzigen Druck ausführbar.

Es scheint ganz unzweifelhaft, dass diese Methode der Arbeitserleichterung für die Vorstände grosser Verwaltungen und Geschäfte bei weitem jeder anderen bisher befolgten vorzuziehen und dass viel grössere Bürgschaft für die Richtigkeit der Niederschrift gegeben ist, als wenn ein Stenogramm erst in Kursivschrift umgesetzt werden muss.

Die Einführung des „Graphophon" hat eine amerikanische Gesellschaft in die Hand genommen, der alle damit in Amerika gemachten Erfahrungen so geläufig sind, dass der Apparat eines tadellosen Funktionierens von Anfang an sicher ist. Ein Kontorapparat kostet etwa 250 M.

Von einer zweiten praktischen Verwendung des Phonographen in seiner verbesserten Form verlautet aus Kopenhagen. Dort soll ein dänischer Ingenieur das schon lange als ausführbar bekannte, aber noch nicht in geschickter Form gelöste Problem, Phonograph und Telephon zu vereinigen, glücklich gelöst haben, so dass die patentierte neue Anordnung als wahrhaft praktisch gelten kann. Das Wesen des Telephons besteht bekanntlich darin, dass die beim Hineinsprechen in der Membran erzeugten Schallschwingungen nach ihrer Umsetzung in magnetische, elektrische und wiederum in magnetische Schwingungen ganz in derselben Art in der Membran des Hörrohrs reproduziert werden, folglich auch dieselben Töne erzeugen. Diese Schwingungen der Membran des Hörrohrs aber können genau wie beim Phonographen durch einen federnden Stift auf eine Walze übertragen und hier festgehalten werden. Die neue Erfindung löst diese Aufgabe in angeblich vollkommener und einfacher Form. Wer sich des neuen Apparats zur Verbesserung seines Telephons bedient, hat künftig, wenn er ausgeht, nur den Apparat einzustellen und darf sicher sein, dass er heimkehrend aufgeschrieben findet, was inzwischen in sein Telephon hineingesprochen worden ist. Um es abzuhören, hat er die Walze auf den Anfangspunkt zurückzudrehen und dann aufs neue laufen zu lassen, während er das Hörrohr ans Ohr legt. Natürlich wird man seiner oben auseinandergesetzten Vorzüge halber sich auch in diesem Falle wohl ausschliesslich des Graphophons bedienen.

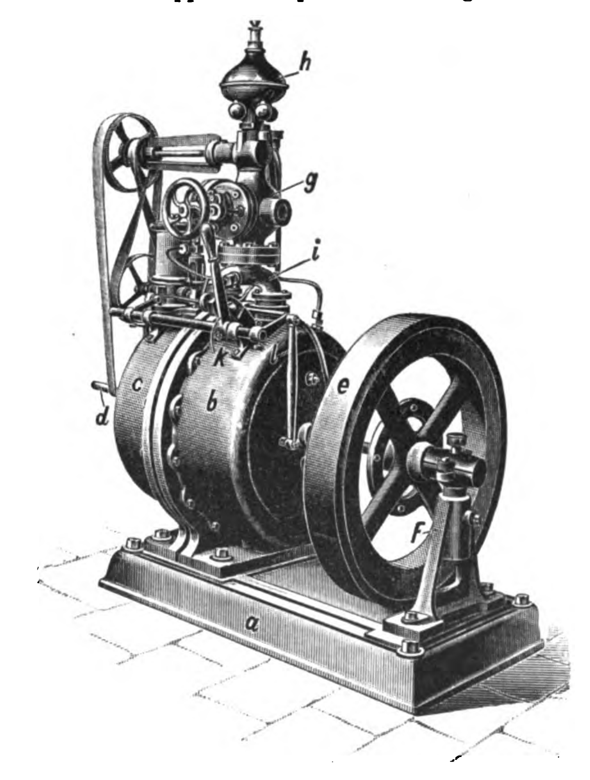
Eine Eigentümlichkeit hat das letztere, die der Erwähnung wert ist, obgleich sie der praktischen Nutzbarkeit in der beschriebenen Form in keiner Weise abträglich ist. Die Stärke des Tones, mit dem in den Aufgabeapparat hineingesprochen ist, tönt im Abnahmeapparat dem Schreibenden ganz unverändert ins Ohr, aber nicht ebenso die Höhe oder Tiefe des Tones. Hierfür gilt als Regel, dass dieselbe Tonhöhe nur wieder herausschallt, wenn der Walze die gleiche Geschwindigkeit gegeben wird, wie bei der Aufnahme. Da letzteres nicht möglich ist, wenn nach dem Diktat der Walze geschrieben werden soll, so ist der Ton ungleich tiefer, der langsameren Bewegung und der damit zusammenhängenden Verlängerung der Schallwellen entsprechend. So kann es kommen, dass im Diskant Hineingesprochenes von der schreibenden Person im Alt vernommen wird oder eine mittelhohe Männerstimme dann im tiefsten Bass aus dem Apparat herausspricht, aber die Klangfarbe bleibt dabei so vollständig erhalten, dass man bekannte Stimmen trotz Veränderung ihrer Höhe sofort wiedererkennt. Diese Eigentümlichkeit des Apparates kann im weiteren zu manchen nützlichen Verwendungen desselben führen und Aufschlüsse über die Natur der verschiedenen Schallwellen liefern, wovon wir jetzt noch sehr wenig wissen. (*Frkf. Ztg.*)

Rotationsmotor System Thomann.

Bekanntlich ist die Technik schon seit vielen Jahren bemüht, einen praktischen Motor zu konstruieren, bei welchem der hin und her gehende Arbeitskolben durch einen, sich im Kreise kontinuierlich vorwärts bewegenden Kolben ersetzt wird. Es sind auch die mannigfachsten Konstruktionen erdacht und patentiert worden, wie dies die Patentregister der verschiedenen Staaten ergeben. Dass aber die bisherigen Konstruktionen den Anforderungen, welche an einen Rotationsmotor gestellt werden, nicht entsprochen haben, dürfte daraus hervorgehen, dass die auf die bisherigen Konstruktionen von Rotationsmotoren genommenen Patente schon nach kurzer Zeit fallen gelassen wurden.

Der *Thomann*'sche Rotationsmotor, welcher in beistehender Figur in der Gesamtansicht nach einer photographischen Aufnahme dargestellt ist, soll nach einer uns von Ingenieur *R. Schmehlik* in Berlin gemachten Mitteilung den an einen Rotationsmotor gestellten Anforderungen entsprechen.

In der Figur bedeutet *a* die Fundamentplatte, *e* das Schwungrad, *h* den Regulator, *g* den Anschluss für die Dampfleitung und *i* die Verteilung des Dampfes auf die beiden Motorhälften. Der Motor ist als doppelter Compoundmotor ausgebildet, arbeitet



mit Expansion und veränderbarer Füllung. Die auf der Motorwelle *d* sitzende Kolbenscheibe, welche das Innere des Gehäuses *c* und *b* teilt, dient gleichzeitig als Verteilungsschieber für das Kraftmedium. Die Füllung kann durch einen aussen am Gehäuse angebrachten Hebel *k* verändert werden. Die Motorwelle *d* lagert einerseits in dem Motorgehäuse, andererseits in dem Lager *f*. Es ist eine besondere Zentriervorrichtung für die Motorwelle angebracht, so dass dieselbe niemals eine exzentrische Lagerung erhalten kann. Durch besondere Einrichtungen im Inneren des Motors werden Undichtheiten des Motors verhindert.

Der hier dargestellte Motor leistet etwa 15 PS; er beansprucht mit dem Regulator und mit dem Schwungrade einen Raum von etwa 1 m Höhe und ³/₄ qm Grundfläche.

Als besondere Vorteile des Motors werden bezeichnet:

1. Es sind bei demselben nur dem Kreise angehörende Kurven vorhanden, so dass die Motorteile ohne besondere Hilfsmittel auf der Drehbank bearbeitet werden können.

2. Er kann auch mit einer Umschaltvorrichtung ausgestattet werden, die es ermöglicht, ihn rechts und links laufen zu lassen, was ihn besonders geeignet macht für Schiffe, Strassenbahnen u. s. w.



3. Er kann nicht allein mit Dampf, sondern auch mit Druckluft betrieben werden und kann in allen Grössen ausgeführt werden. Ebenso eignet er sich als Kleinmotor für den Grossbetrieb, genau so wie der Elektromotor, indem man ihn als Kleinmotor ausführt, an die gemeinschaftliche Druck- oder Dampfleitung anschliesst und mit der zu treibenden Maschine direkt kuppelt.

4. Ebenso vorteilhaft lässt er sich mit einer Dynamomaschine direkt kuppeln und in verschiedenen anderen Fällen rationell anwenden.

Elektrotechnisches aus dem Altertum.

Das Alte Testament und auch die Erzählungen über gewisse Künste heidnischer Priester, namentlich ägyptischer, griechischer und römischer, enthalten vieles Wunderbare, was der modern Denkende für mythisch zu erklären versucht ist, und was dennoch, von den anhaftenden Uebertreibungen und Missverständnissen befreit, ohne Zweifel einen ganz realen Kern in sich schliesst, wenn man sich mit dem Gedanken vertraut macht, dass jene alten, gelehrten Priesterkasten im Besitz gewisser Kenntnisse über elektrische und magnetische Erscheinungen gewesen sind. Die *Berliner Technische Rundschau* brachte nun jüngst eine ganze Sammlung sehr interessanter Betrachtungen der als Wunder oder Zaubereien bezeichneten Begebenheiten vorchristlicher Zeit, die, vom Standpunkte unserer heutigen Naturerkenntnis betrachtet, vieles von ihrem Wunderbaren verlieren und meist eine einfache, zutreffende Erklärung finden können.

So geht aus verschiedenen Stellen der heiligen Schrift (z. B. 2. Sam. 6, 6) hervor, dass es lebensgefährlich war, der Bundeslade zu nahe zu kommen, aus welcher der Herr in Gestalt einer Flamme herausfuhr. Deshalb musste auch die Bundeslade bei einem Aufbruch von den Priestern sorgsam in den Vorhang des Allerheiligsten und in zwei andere Decken eingehüllt werden, ehe die Leviten vom Geschlecht Kahath herantreten durften, um sie fortzutragen (4. Moses 4, 5), und aus dem gleichen Grunde musste selbst der Hohepriester am grossen Versöhnungstage den Gnadenstuhl erst in eine Rauchwolke einhüllen, ehe er ihm nahte. Aus diesen Stellen und aus der von Moses gegebenen Beschreibung der Bundeslade folgert deshalb schon der bekannte Physiker *Lichtenberg*, dass die Bundeslade eine Art Leydener Flasche gewesen sei, welche durch verständnisvolle Benutzung der Luftelektrizität und mittels rings um die Stiftshütte aufgestellter und durch goldene Ketten untereinander und mit der Lade verbundener hoher Stangen geladen werden konnte. Diese letzteren waren mit goldenen Spitzen versehen und wurden später durch zahlreiche goldene Stangen auf dem Tempeldache ersetzt. Auch in anderen Ländern benutzte man die Luftelektrizität im Tempeldienst, um der unwissenden Menge das Walten einer Gottheit glaublich zu machen. Dieses bezeugen uns durchaus glaubhafte Schriftsteller, wie *Livius, Pausanias, Lucius Piso* und *Plinius*. Freilich haben sie selbst keine Ahnung von dem Wesen der mitgeteilten Erscheinung gehabt. In Rom war es der gelehrte Priesterkönig *Numa*, welcher den Blitzgott in Gestalt einer bläulichen Flamme im Tempel erscheinen liess und das Opfer auf geheimnisvolle Weise mit seinem „vom Himmel herabgelockten Feuer“ entzündete. In dem von ihm erbauten und dem unverlöschlichen Feuer geweihten Vestatempel waltete der geheimnisvolle Orden der jungfräulichen Vestalinnen. „Sie erzeugten,“ so berichtet der Grammatiker *Festus*, „das heilige Feuer durch Reiben und Schlagen einer aus gewisser Materie gefertigten Tafel und fingen es mittels eines metallenen, mit einer Spitze versehenen Kegels auf, als ein dem Uneingeweihten Verborgenes.“ *Plutarch* erzählt uns weiter, dass „die Vestalin das Feuer in zwei nicht grossen Fässern, von denen das eine offen und leer, das andere voll und verschlossen sei, zum Altar trage, ohne dass jemand das Gefäss, worin es verborgen, bei Anzündung des Altars zu sehen bekomme.“ Diese Beschreibung passt sehr wohl auf einen unserem bekannten Elektrophor verwandten elektrischen Apparat.

Die bekannte Ueberlieferung, dass Apollo seinen Tempel zu Delphi mit Blitzen gegen die Perser und später (278 v. Chr.) gegen die Kelten verteidigt habe, dürfen wir nicht für eine lächerliche Legende halten, denn das Heiligtum blieb ja in beiden Fällen unangetastet. Sie wird uns vielmehr ohne weiteres verständlich, wenn wir annehmen, dass die Priester zu Delphi einige elektrische Batterien besassen, welche sie, wie neuere Untersuchungen wahrscheinlich gemacht haben, durch Auffangestangen mit Luftelektrizität oder mit Reibungselektrizität zu laden verstanden.

Dass aber diese elektrischen Tempelkünste auch für die ausübenden Künstler gefährlich werden konnten, dafür bietet uns *Tullus Hostilius* ein lehrreiches Beispiel: er wollte es dem berühmten Elektriker *Numa* gleichthun, verfuhr aber dabei ungeschickt und „ward vom Blitz erschlagen“, wie die Sage berichtet. Es erging ihm also, wie es dem Prof. *Richmann* in St. Petersburg am 6. August 1753 widerfuhr, welcher auf dem Dache seines Hauses eine Auffangestange befestigt hatte, die mit einem elektrischen Glockenspiel in seiner Studierstube in Verbindung stand. Als nun ein Gewitter heranzog, eilte *Richmann* mit dem Gehilfen *Sokolow* nach seinem Zimmer, wo das Glockenspiel in vollem Gange war. Voll Freude über das herrliche Gelingen seines Versuches sprang *Richmann* hinzu, um die Sache in der Nähe betrachten zu können. Da fuhr mit einem furchtbaren Donnerschlage ein Feuerball nach seinem vorgebeugten Kopfe und tötete ihn auf der Stelle.

Dem *Aristoteles* war auch die Magnetnadel bereits bekannt, denn er schrieb eine (leider verlorene) Schrift über den Magnet. Im Altertum stand der Magnetismus, wie noch heute in China, ebenfalls im Dienste der wunderbedürftigen Hierarchie. Im Serapium zu Alexandria, erzählt uns *Credenus*, wurde ein altertümliches Götterbild durch magnetische Kraft schwebend erhalten, und in einem Dianatempel hing nach *Kassiodor* ein eiserner Cupido, ohne an einem Bande gehalten zu werden. Bei *Lucian* findet sich ferner folgende Stelle: „Ich erzähle, was die altertümliche Bildsäule des Apollo in meiner Gegenwart that. Die Priester hoben sie in die Luft, sie aber liess dieselben unten und wurde allein von der Luft getragen.“ Zu Theben in Böotien wurden alle 9 Jahre die „Daphne-Ephorien“ zu Ehren des Apollo gefeiert. Dabei wurde eine grosse, eiserne Kugel, wie *Proclus* schreibt, umhergetragen, an welcher viele kleine Kugeln hingen, wodurch das Planetensystem veranschaulicht werden sollte. Aus allen diesen Erzählungen geht hervor, dass sich die Priester sehr wohl darauf verstanden, armierte Magnetsteine oder starke künstliche Magnete so anzubringen und zu benutzen, dass sie dadurch das Staunen der wundersüchtigen, unwissenden Menge erregten. (*Berl. A.-Z.*)

Bücherschau.

Equilibre des Systèmes chimiques par *J. Willard Gibbs*, **Professeur au Collège Yale à Newhaven, traduit par** *Henry le Chatelier*, **Ingénieur en chef des mines, Professeur au Collège de France.**

Professor *Le Chatelier* am Collège de France hat in diesem Werke einige kurze aber wertvolle Arbeiten des verdienten amerikanischen Mathematikers und Chemikers *J. W. Gibbs*, die er schon 1876 der Connecticut Akademie unterbreitete, ins Französische übersetzt.

Ohne auf eine Analyse dieser Arbeiten einzugehen, wollen wir doch die Kapitelüberschriften angeben, um ein Bild von dem vom Verfasser eingeschlagenen Weg zu geben:

Ueber Gleichgewicht und Stabilität, Gleichgewichtsbedingungen verschiedener in Berührung miteinander tretender Substanzen in den Fällen, in welchen dieselben weder der Schwerkraft noch elektrischen oder Torsionskräften oder Kapillarspannungen ausgesetzt sind. I. Bedingungen für das Gleichgewicht gleichartiger Teile des ursprünglich existierenden Systems. II. Bedingungen für die Bildung von anfänglich im System nicht existierender Massen. Ueber die Zustandsgleichungen. Potentiale. Ueber die Koexistenz der Phasen der Materie. Ableitung der inneren Stabilität eines gleichartigen Fluidums aus der Zustandsgleichung. Ueber geometrische Darstellung von I. Flächen, auf denen die Zusammensetzung des dargestellten Körpers konstant ist, II. von Flächen und Kurven, auf denen die Zusammensetzung veränderlich, Druck und Temperatur aber konstant sind. Ueber den Wert der Potentiale in dem Falle, dass einer der Konstituenten in sehr geringer Menge vertreten ist. Beitrag zur Kenntnis des molekularen Aufbaues der Körper. Gleichgewichtsbedingungen ungleichartiger Massen unter dem Einflusse der Schwerkraft. Behandlung letzteren Problems unter der Voraussetzung unveränderlicher elementarer Volumina. Zustandsgleichung vollkommener Gase und von Gemengen solcher Gase. Schlussfolgerungen aus den Potentialen fester und flüssiger Körper. Ueber Gasgemenge umwandelbarer Konstituenten.

Es wird kaum notwendig sein, den Wert dieser Arbeit besonders hervorzuheben, der Name *Gibbs*, als erster Aufsteller des Gesetzes der Phasen, das von Gelehrten wie *Van der Waals, Bakkhuis, Roozeboom, Schreinemakers, Stortenbaker* und *W. Bancroft* interpretiert und Ausgangspunkt einer Reihe von hervorragenden Arbeiten wurde, die auf Anwendung der Thermodynamik auf chemische Phänomene beruhen, ist Bürge genug für die Wichtigkeit derselben.

Den deutschen Chemikern ist Prof. *Gibbs* übrigens auch durch *Ostwald*'s Werke über theoretische Chemie bekannt.

Das Buch ist in einem ausgezeichneten klaren Französisch von Prof. *Le Chatelier* übersetzt.

Arnold Bergsträsser Verlagsbuchhandlung (A. Kröner) Stuttgart.
Druck der Union Deutsche Verlagsgesellschaft ebendaselbst.



DINGLERS
POLYTECHNISCHES JOURNAL.

81. Jahrg., Bd. 315, Heft 16. **Stuttgart, 21. April 1900.**

Jährlich 52 Hefte in Quart. **Abonnementspreis** vierteljährlich 6 M., direkt franko unter Kreuzband für Deutschland und Oesterreich 6 M. 65 Pf., für das Ausland 7 M. 30 Pf. Redaktionelle Sendungen und Mitteilungen bittet man zu richten: An die Redaktion von „Dinglers Polytechn. Journal" in Stuttgart, die Expedition betreffende Schreiben an Arnold Bergsträsser Verlagsbuchhandlung (A. Kröner) Stuttgart.



Die Entwickelung der Kriegsflotte Englands.

In diesen Tagen, wo die Frage der Flottenvermehrung bezw. der Deckung der Kosten dafür mehr oder weniger jeden Deutschen, vor allem aber das *deutsche Gewerbe*[1]) berührt, welches in einer Gesamtheit von nahezu 11200000 Köpfen an der Ausfuhr der Erzeugnisse und der Einfuhr von Rohstoffen beteiligt ist, und für welche namentlich eine Klarheit darüber erwünscht ist, inwieweit das Wachsen und Gedeihen — wie solches in den letzten Jahren in ungeahnter Weise sich vollzog, und zwar vor allem zur See — auch eine Vergrösserung der Kriegsflotte bedingt; in diesen Tagen, meinen wir, dürfte es von Wert sein, einen Blick auf die Entwickelung der Kriegsflotte Englands zu werfen, als demjenigen Lande, welches in dem Seeverkehr die erste Stelle einnimmt, auf das dann freilich unmittelbar Deutschland folgt.

Im Jahre 1884, als Deutschland seine ersten Schritte zur Erwerbung überseeischer Schutzgebiete einleitete, erwachte England — plötzlich, darf man wohl sagen — zu dem Bewusstsein der Unzulänglichkeit seiner Machtmittel zur See.

Auch die Leiter des englischen Gewerbes sowie des Handels traten in geschlossener Weise für eine Besserung ein, wobei sie das Gesamtvolk hinter sich hatten.

Von technischer Seite nahm vor allem der *Engineering*[2]) die führende Stellung in die Hand, und trat der Unzulänglichkeit der von der Regierung getroffenen Massnahmen in schonungslosester Weise entgegen.

Es wurde nachgewiesen, dass Frankreich in seinen Panzern sowohl, als auch in seinen Torpedobooten einen grossen Vorsprung vor England erlangt habe. Ja Italien habe in seinen damaligen neuen Panzern *„Dandalo"* und *„Duilio"* zwei Schiffe, gegen welche der englische Panzer I. Klasse *„Inflexible"* weder angriffs- noch verteidigungsweise, ja nicht einmal in Bezug auf Schnelligkeit aufkommen könne. — Der *„Inflexible"*, ein Schiff von 11880 t Verdrängung, hatte 600 mm Eisenpanzer und 35 t Geschütze und lief derzeit 10 bis 12 Knoten, der italienische Panzer *„Duilio"* mit 11138 t Verdrängung hatte 550 mm Stahlpanzer und 100 t Geschütze bei 14 bis 17 Knoten Geschwindigkeit. Dabei hatte der *„Inflexible"* 30 Millionen M.[3]) gekostet, wofür man den *„Duilio"* zweimal erstehen könne.

Ein englisches Mittelmeergeschwader wäre einem derart überlegenen Gegner gegenüber nicht in der Lage gewesen, angriffsweise vorzugehen, sondern hätte sich darauf beschränken müssen, in Geschwaderaufstellung zu verbleiben und ein Stück Meer zu beherrschen gerade so gross wie die Tragweite der Geschütze es gestattete, während andererseits der Gegner jedes englische Handelsschiff an ihm geeigneter Stelle abfangen und als willkommene Beute heimführen könne.

Eine weitere vernichtende Abfertigung fand die von den englischen Schiffbautechnikern und Fachleuten an dem *„Duilio"* geübte Kritik. Danach war erstens der *„Duilio"* zu lang; aber ein auf dieses Urteil hin kürzer, breit und leicht hantierbar gebautes englisches Kriegsschiff drehte dann so leicht, dass es stets abtrieb und unter keinerlei Umständen durch das Steuer in gerader Richtung fortbewegt werden konnte. Die Folge war, dass es unter grossem Kostenaufwand und mit Verlust von 2 Knoten an seiner Geschwindigkeit umgebaut werden musste.

Zweitens wurde behauptet, dem italienischen Schiffe fehlten die neuesten Verbesserungen; das englische Schiff wurde also zu einer Art Museum für alle möglichen neuesten mechanischen Erfindungen ausgebaut, mit dem Erfolg, dass es bei der Beschiessung von Alexandrien (11. Juli 1882) für jeden Schuss — *15 Minuten* brauchte.

Ein weiterer „Plunder", den diese Kritik aufdeckte, war die Neubewaffnung von drei Panzern der Northumberland-Klasse, die statt ihrer bisherigen $6^1/_2$ t Geschütze solche von 12 t in der halben Anzahl der bisherigen erhielten. Nach Fertigstellung ergab sich aber, dass diese Panzer auch dann nicht mehr im stande waren, den Kampf mit einem kleinen modernen Panzer aufzunehmen. Mithin sei das auf die Neubewaffnung verwendete Geld im Betrage von 80 Millionen Mark einfach hinausgeworfen.

Scharf ins Gericht gegangen wurde ferner mit der saumseligen trödelhaften Weise der Herstellung der Panzerschiffe, welche auf englischen Regierungs- und Unternehmerwerften 7 bis 8 Jahre in Anspruch nahm, während die *Elswik-Werke (Armstrong-Mittchell und Co.)* für Brasilien einen modernsten Panzer in 2 Jahren vom Tage der Bestellung an lieferten.

Man forderte daraufhin auch für englische Panzer kürzere Lieferfrist, und als *Sir Nathaniel Barnaby* — Konstrukteur der Admiralität — sich in der *Times* dahin ausdrückte, „es sei schon gefährlich, *‚auch nur zu ver-*

[1]) Die Landwirtschaft ist leider dadurch, dass sie zu sehr in die Hände der Grossgrundbesitzer übergegangen und von der Ausfuhr ausgeschlossen ist, in stetiger Furcht vor zu grosser Einfuhr landwirtschaftlicher Erzeugnisse, obgleich sie der Einfuhr ihrer Dungmittel kaum entraten kann; sie fürchtet auch eine stetig wachsende Schwierigkeit in der Erlangung ihrer so nötigen Arbeitskräfte, die den Gewerbemittelpunkten zuströmen.

Der junge Deutsche, der 2 bis 3 Jahre hindurch im Heer oder in der Marine an der Seite von Altersgenossen aus allen Schichten und Ständen der Bevölkerung sich für die Pflichten des deutschen Staatsbürgers — jederzeit bereit zu sein, Gut und Blut für sein Vaterland hinzugeben — vorbereitet, und dessen Sinn sich erweitert hat, wird unschwer auf dem Lande Eindrücke empfangen, welche so trefflich gekennzeichnet sind durch die von höchster Stelle gefallenen Worte, dass auf dem Lande häufig die Stallungen besser wie die Arbeiterwohnungen seien, denen er sich seinem Rechte gemäss entzieht durch den Zug in die Städte.

Man sucht nach Ursachen für die soziale Bewegung — nach Mitteln für ihre Bekämpfung und will nicht sehen, dass jeder tüchtige Soldat als Kämpfer für Menschenrechte nach Hause zurückkehrt und dass er durch gesetzliche, um bevorzugte Stände gezogene Schranken gezwungen ist, Pflichten zu erfüllen, die ihn drücken, ohne sehr häufig Rechte zu finden, die seinem Wohlergehen genügen. Dies treibt ihn in die Reihen der Unzufriedenheit und macht unsere Volksbewegung so lästig. Trotzdem aber bleibt sie es, die den Fortschritt in die Wege leitet.

[2]) Dessen verschiedene Jahrgänge dem Vorliegenden als Quelle dienten.

[3]) Es ist stets 1 Pfd. Sterl. zu 20 M. gerechnet; wer die Summen der Thatsache entsprechend genauer haben will, muss sie um $^1/_{40}$stel vergrössern (1 Pfd. Sterl. = 20,50 M.) oder nach dem Tageskurs umrechnen.



muten'. dass englische Panzer in so kurzer Zeit gebaut werden können," geriet er arg ins Gedränge, namentlich setzte ihm der *Engineering*, das best geleitete Fachblatt Englands, bös zu, hinter dem jedenfalls eine Anzahl der weitsichtigsten Männer des englischen Handels und Gewerbes standen. Wenn der Ausländer (foreigner) in England gute und billige Schiffe erhalten könne, die trotzdem ihren Erbauern etwas eintragen, weshalb nicht England?!

Sir Thomas Brassy, derzeit Admiralitätsrat, teilte mit, dass Deutschland zwar nur einen Panzer im Bau habe, dafür aber 16800000 M. für die Beschaffung von Torpedobooten bereit gestellt habe[4]), während sich ergab, dass England nur 13 Torpedoboote I. Klasse und 53 II. Klasse besitze; letztere auf den im Dienst befindlichen Schiffen im Ausland verteilt.

Als dann die Admiralität 4 Panzer, 2 Torpedojäger mit Sporn, 5 mit Gürtel gepanzerte Schnellkreuzer, 2 Aviso und 30 Torpedoboote mit einem Kostenaufwand von 62 Millionen M. für Schiff und Maschinen und 32 Millionen M. für Bewaffnung, sowie ferner 16500000 M. für Erweiterung der Kohlenstationen, verteilbar auf 5 Jahre, beantragte, da nannte der *Engineering* diesen Antrag *jämmerlich ungenügend*.

Vergeblich hatte im Oberhaus *Lord Henry Lennox* für eine raschere Verstärkung gesprochen, er fand nur vier Hörer, und im Unterhaus fand *Sir Edw. Reed* für diesen Gegenstand ebenfalls wenig Gehör; als aber in der *Pall Mall Gazette* (einem Abendblatt) eine Reihe Leitartikel die Bevölkerung im allgemeinen mit dem fraglichen Gegenstand vertraut gemacht hatte, berief die „Royal United Service Institution" *Sir Edw. Reed* zu einem Vortrag, in welchem als geringste Forderungen folgende Neubauten unter allgemeiner Zustimmung verlangt wurden: 5 grosse Panzer, 5 gepanzerte Schnellkreuzer, 15 schnelle Hilfskreuzer und Torpedojäger, 50 Torpedoboote I. Klasse, welche im Laufe von 2 Jahren — höchstens 3 Jahren — unter dem Kostenaufwand von etwa 127100000 M. zu erbauen seien. Unter Beschleunigung der im Bau befindlichen Arbeiten würde die Gesamtsumme auf 160 Millionen M. anwachsen.

Im Herbst 1884 brachte die *Times* in dem Bericht über den Inspizierungsbesuch der Admiralitätsmitglieder in Portsmouth folgenden Satz:

„Zum erstenmal in der Geschichte der Torpedowaffe wurde im Juli eine Flotte von Torpedobooten zu gemeinsamem Wirken in Portsmouth, und zwar in einer Anzahl von 8 Fahrzeugen, von Chatham, Plymouth und Portsmouth selbst zusammengezogen.

Dass dieselben von so vielen Plätzen zusammenzuziehen waren, zeigt am besten die Armseligkeit unserer zeitigen Hilfsmittel."

Unter dem Eindruck aber des von der Admiralität gezeigten guten Willens nach so langer Vernachlässigung des Gegenstandes und weil die Boote selbst das zu leisten schienen, was man billigerweise von ihnen erwarten durfte, fährt sie dann fort:

„Die Ingenieure mögen es sich als Verdienst anrechnen, dass von Anfang bis zu Ende der Uebung keine der Maschinen der Boote dienstuntauglich wurde." — Eine Erscheinung, die man im übrigen bei Geschwaderübungen nicht gewohnt war.

Admiral *Elliot* entwickelte in jener Zeit seine Ansichten über die Bedeutung des Rammsporns und die Ausführung desselben: Fortführung des Panzergürtels bis zum Bug und Herabziehen des Decks unter die Wasserlinie gegen Mitte Sporn, sowie Panzerung desselben; — Ansichten, die heute allgemeine Nachachtung gefunden haben.

Damals begann auch der Federkampf für die Stellung des Schiffsmaschineningenieurs, da dieselbe nicht der Bedeutung entspreche, welche in Anbetracht der grossartigen mechanischen Einrichtungen eines modernen Kriegsschiffes dem Ingenieur zukomme. Ein Kampf, der sich 1884 in dem Ausdruck gipfelte: „*Der Ingenieur* — nämlich auf den Kriegsschiffen — *hat sich seinen Beruf unter ganz falschen Voraussetzungen erwählt, er findet, dass auf ihn herabgesehen wird, und er unter den Offizieren gleichen Alters als letzter und unbedeutendster gilt.*"

Bemerkt sei hier gleich, dass diese Klagen mit ganz derselben Schwere, und soweit ersichtlich auch mit der gleichen Berechtigung, heute noch gegen die englische Regierung erhoben werden, trotz aller in dieser langen Zeit auf die Regelung dieser so unendlich wichtigen Frage verwandten gesunden Vernunft, sowie Massen von Papier und Druckerschwärze. Es muss uns dies um so unerklärlicher erscheinen, wenn wir erwägen, einmal, welch hochangesehene Stellung der Stand des Ingenieurs sonst in England einnimmt, und wie seine Grössen selbst durch Erhebung in den Adelsstand geehrt werden, sodann auch, welche grosse Gefahr für die Tüchtigkeit und Leistungsfähigkeit der Kriegsmarine darin liegt, dass sich die besten Kräfte des Ingenieurstandes wegen der oben angedeuteten Lage von der Thätigkeit in derselben fern halten werden[5]).

In diesem Jahre (1884) finden wir 191 Schiffe im Dienst, nämlich: 30 Panzer, 1 Fregatte, 26 Korvetten, 1 Torpedorammboot; auf diesen 58 Fahrzeugen werden die 53 Torpedoboote II. Klasse verteilt zu denken sein; dann folgen eine Reihe unbedeutenderer Fahrzeuge: 16 Schaluppen — einmastige Jachten, die sehr scharf gebaut und tüchtige Segler waren, und zur Küstenbewachung und für den Depeschendienst benutzt wurden —, 22 grössere und 48 kleinere Kanonenboote, 25 verschiedene Schiffe, 2 Aviso, 7 Truppentransportschiffe, 4 indische Truppentransportschiffe, 4 königl. Jachten, 5 Vermessungsschiffe (zusammen 191 Schiffe). Rechnen wir hierzu noch die 13 Torpedoboote I. Klasse, sowie drei weitere Reserveschiffe, 30 weitere Segelschiffe und 37 Stationsschiffe, zusammen 274 Schiffe, so wäre die derzeitige englische Kriegsmarine beisammen. Von diesen Schiffen werden heute noch 125 in der Flottenliste geführt und reichen die Schulschiffe „*Impregnable*" mit 6557 t Verdrängung und 4524 PS$_i$ ins Jahr 1810, „*Briton*" mit 1408 t Verdrängung ins Jahr 1814, als dem Jahre des Stapellaufs, zurück; das Schulschiff „*Eagle*" mit 2340 t Verdrängung und das Stationsschiff „*Hibernia*" auf Malta mit 4149 t Verdrängung sogar in das Jahr 1804.

Diesem Flottenbestand standen 12 Admiräle mit 752040 M. Gehalt u. 2686 weitere Seeoffiziere mit 14261720 M. Gehalt vor. Der Gesamtmannschaftsbestand der Kriegsflotte betrug 56000 Köpfe und liess sich im Kriegsfall auf höchstens 80000 bringen, während Frankreich seine Mannschaftsrolle für den Kriegsfall auf 170000 Köpfe berechnete.

Auf den königl. Werften waren damals einschliesslich der Leitung, Meister u. s. w. 19442 Arbeiter beschäftigt.

Bis zum Jahre 1886 hatte sich die Frage der Flottenvermehrung derart entwickelt, dass 103 neue Schiffe im Bau waren, darunter 20 Panzer und 54 Torpedoboote mit einem Gesamtkostenaufwand von 263100000 M. für Schiffe und Maschinen und 22760000 M. für Bewaffnung. — Diese Preise waren damals möglich mit Rücksicht auf Rohstoffpreise und Arbeitslöhne.

Auf die Regierungswerfte verteilten sich die Neubauten wie folgt:

Werft	Panzerschlachtschiffe	Kreuzer		Torpedoboote	zusammen
		geschützte	ungeschützte		
Portsmouth	4	—	5	20	29
Devonport	—	1	10	10	21
Chatham	5	2	—	—	7
Sheerness	—	—	8	10	18
Pembroke	3	1	—	—	4
Malta	—	—	2	—	2
Zusammen	12	4	25	40	81

[4]) Damals (1884) erschienen in *Engineering* Angaben und Zeichnungen über den deutschen Aviso *Blitz*, gebaut auf der Norddeutschen Werft *Egells*, Berlin-Kiel, Direktoren *Jungermann* und *Schlick*.

[5]) Erst neuerdings widmete *Engineering* dieser Frage zwei Leitartikel und *D. D. Morris*, zweiter Vorsitzender des Vereins der Maschinen- und Schiffsbauingenieure der Nord-Ostküste Englands, behandelte den Gegenstand in einem Vortrage derart eingehend, dass er an massgebender Stelle der Beachtung gewiss sein kann.



Unter diesen Bauten befanden sich: Der Barbettepanzer „*Camperdown*“ mit 10630 t Verdrängung, 11900 PSi, 17 Knoten Geschwindigkeit, 10 Geschütze schweren Kalibers; ebenso der „*Howe*“ von etwa denselben Abmessungen; ferner „*Edinburgh*“ mit 9400 t Verdrängung, 6800 PSi, 15,4 Knoten Geschwindigkeit und 9 Geschützen, sowie die zwei Panzerturmschiffe „*Nile*“ und „*Trafalgar*“ mit 12440 t Verdrängung, 12800 PSi, 17,2 Knoten Geschwindigkeit.

Die Kosten waren veranschlagt: für „*Camperdown*“ und „*Howe*“ zu je 10023560 M. für Schiff und Maschine und zu 2098000 M. für die Bewaffnung; für „*Nile*“ und „*Trafalgar*“ zu je 13720000 M. für Schiff und Maschine und zu etwa je 3 Millionen M. für die Bewaffnung.

Im Parlament trat das Mitglied der Admiralität *Lord Charles Beresford* für energische Flottenvermehrung ein und beantragte vor allem den Ausbau der Torpedoflotte, und zwar in zwei Klassen, deren erste 41 m, deren zweite 19 m Länge besitzen solle.

Der Bestand der Torpedoflotten I. Klasse der verschiedenen europäischen Seemächte betrug derzeit:

England 62, Deutschland 59, Frankreich 57, Italien 47, Oesterreich 30, Russland 23 Fahrzeuge.

Dabei besassen die englischen Fahrzeuge eine Geschwindigkeit von 19½ Knoten, während *Yarrow* für Oesterreich zwei Boote, „*Falke*“ und „*Adler*“, mit je 1000 t Verdrängung und etwa 23 Knoten Geschwindigkeit gebaut hatte, deren Anschaffung je 240000 M. kostete; ein im Vergleich ebenso grosses englisches Boot mit der geringeren Geschwindigkeit hatte 340000 M. gekostet.

Dieser Preis- und Wertunterschied gab zu vielen Erörterungen Anlass.

Ebenfalls wurde das Ungenügende des Kriegsflottenhaushalts an früheren Verhältnissen verglichen.

So betrug im Jahre 1854 die Gesamt-Aus- und Einfuhr[6]) 5360 Millionen M., im Jahre 1883 14640 Millionen Mark.

Der Flottenhaushalt betrug im Jahre 1854 150 Millionen Mark oder rund 3% des Gesamthandels, im Jahre 1883 195 Millionen M. oder 1,34% des Gesamthandels.

Die Nahrungsmittel-Aus- und Einfuhr allein betrug im Jahre 1885 2803276900 M.

Der Wert des Schiffsbestandes der englischen Handelsflotte wurde derzeit auf ebenfalls 2800 Millionen M. veranschlagt.

Das im Jahre 1882 im Auslande angelegte Vermögen Englands betrug 30000 Millionen M. mit einem jährlichen Zinszufluss nach England von 1400 Millionen M., zu welchem dann noch jährlich von der Regierung Indiens 120 Millionen M. als Ruhegehalte gezahlt wurden.

Zum Schutze für diese grossen Vermögenswerte sei Englands Regierung verpflichtet, eine starke Flotte zu schaffen.

Es würde ja zu weit führen, die für uns Deutsche, soweit wir an Handel und Gewerbe einen Anteil haben oder nehmen, so wichtige und belehrende Geschichte der neuen englischen Flotte in diesen Spalten genau zu verfolgen, jene Geschichte mit aller seiner scharf und rücksichtslos geübten Kritik, an der Gestalt der Schiffe, an der Kraft der Maschinen, an der Einführung der Röhrenkessel (endgültig 1895 nach den Versuchen mit *Terribel* und *Powerfall*), an der Panzerung (Harvey-Stahl oder Nickelstahl, wo die Prüfung und Auseinandersetzung sich in den grossen hochangesehenen Ingenieurvereinen vollzog), an all dem entschlossenen Auftreten der in England in allen Bevölkerungs- und Bildungsschichten vertretenen Sachverständigen, gegenüber denjenigen, die aus Dummheit oder Parteiinteresse dieser nach englischer Auffassung nun einmal so notwendigen Erneuerung der englischen Seemacht widerstrebten.

Wir müssen uns daher mit zusammengetragenen Vergleichswerten begnügen und geben in Tabelle I und II eine Zusammenstellung der Kosten des Flottenhaushalts für die einzelnen Jahre seit 1881, welche die ansehnliche Summe von 7 Milliarden darstellt, und welche die Jahreshöhe im Betrage von ½ Milliarde bereits überschritten hat; aber es dreht sich — wie schon oben gezeigt — auch um das „*Rule Britannia*“, wie seinerzeit ein deutscher Kritiker die Rede *Göschen*'s im Unterhaus am 22. Juli 1898 genannt hat, und zu welchem sich England nun einmal berufen und von Gottes Gnaden berechtigt glaubt, ob nun mit oder ohne Verdienst, bleibt für dasselbe dahingestellt.

Tabelle I.

Nettobeträge für den Flottenhaushalt für die Jahre 1. April 1881 bis 31. März 1895.

	M.[1])
1881/82	213 785 580
1882/83	206 677 000
1883/84	217 990 000
1884/85	232 516 180
1885/86	253 898 000
1886/87	259 862 000[2])
1887/88	264 000 000
1888/89	272 000 000[3])
1889/90	272 000 000[3])
1890/91	272 000 000[3])
1891/92	272 000 000[3])
1892/93	272 000 000[3])
1893/94	284 802 000[4])
Naval Defence Act	436 000 000[5])
1894/95	347 322 000[6])
	4 076 852 760

[1]) 1 Pfd. Sterl. = 20 M. gerechnet.

[2]) Davon 47426000 M. für Schiffbau und Bewaffnung (s. Tab. II Ansätze 8 und 9).

[3]) Durchschnittszahlen.

[4]) Davon 172800000 M. für Ansätze 8 und 9.

[5]) Das Gesetz für die Seeverteidigung sah nur die Ansätze 8 und 9 Tab. II vor.

[6]) Davon 144579900 M. für Ansatz 8, 28654220 M. für Ansatz 9 (s. Tab. II). 1886/87 betrug der Mannschaftsstand 61400 Köpfe, während 20000 Köpfe in Ersatz geführt wurden. 1893/94 standen diese Zahlen auf 76700 bezw. 25000.

Zur Zeit beträgt die jährliche Aus- und Einfuhr Englands 30,6 Milliarden Mark und der Flottenhaushalt in Höhe von 0,55 Milliarden Mark nur 1,8% desselben. Unter der Annahme, dass sich das im Jahre 1882 im Ausland angelegte Vermögen Englands heute verdoppelt haben dürfte, beträgt dasselbe 60 Milliarden Mark. Bei dem heutigen Stande der Wertpapiere dürfte der jährliche Zinszufluss nach England mit 4 Milliarden Mark bei weitem zu klein angenommen sein, und die jährliche Zahlung der Regierung Indiens mit 0,12 Milliarden Mark für Ruhegehälter dagegen ganz unbedeutend erscheinen [7]).

[6]) Hierbei ist die grosse Frachteinnahme nicht eingeschlossen, sondern der Einfuhrpreis geht vom Versandorte in China, Italien, Spanien u. s. w., der Ausfuhrpreis von England, Liverpool, London, Manchester u. s. w. aus.

[7]) Ein jährlicher Zinsgenuss von 4 Milliarden (und wie schon gesagt, ist es mehr) auf 38 Millionen Menschen verteilt, ergibt $\frac{4000}{38}$ M. = 105 M. auf den Kopf, auf eine Familie mit 5 Köpfen 525 M.

Diese eigennützige Politik, die in England mit der Vertreibung der Hansa (Schliessung ihrer Kontore) ihren Anfang nahm, brachte auch die amerikanischen Kolonien dazu, dem Mutterlande den Markt zu verschliessen und führte zur Unabhängigkeitserklärung; dieselbe Politik zwang bereits 1780 die Festlandmächte (ausser Frankreich und Spanien, die bereits früher auf Seite der Vereinigten Staaten getreten waren) zu einer bewaffneten Seeneutralität, um den eigenen Handel gegen Englands Uebergriffe zu schützen, und sie zwang Napoleon zur Kontinentalsperre, und zu bedauern ist, dass auf dem Wiener Kongress die europäische Diplomatie in kurzsichtiger Dankbarkeit sich von England das Fell so weidlich über die Ohren ziehen liess, dass ersteres noch länger wie ein ganzes Jahrhundert hindurch sein Aussaugesystem fortsetzen konnte.

Eine gerade veröffentlichte Uebersicht des Reichsmarineamts gibt das im Ausland angelegte deutsche Kapital auf 7½ Milliarden Mark an und rechnet einen Zinsrückfluss von etwa 420 bis 450 Millionen. Letztere Zahl entspricht einem Zinsfuss von 6%, gibt aber den Verzinsungssatz mit 6 bis 10% an, was obigen Ansatz mit 6,7% vollständig rechtfertigt.

Die hier in Betracht kommenden Kapitalanlagen verteilen sich auf die verschiedenen überseeischen Gebiete etwa wie folgt:

Türkisches Reich und Aegypten: 400 Millionen Mark.

Afrika (ohne Aegypten und die deutschen Schutzgebiete): über 1000 Millionen Mark.

Asien (ausschliesslich der asiatischen Türkei): 650 bis 700 Millionen Mark.

Australien und die Südsee-Inseln (ohne die deutschen Schutzgebiete): 570 bis 600 Millionen Mark.

Länder um das amerikanische Mittelmeer und westindische Inseln: 1000 bis 1250 Millionen Mark.

Südamerika (ausschliesslich der Nordküste): 1500 bis 1700 Millionen Mark.



Tabelle II.
Ueber Nettobeträge, angesetzt für den Flottenhaushalt für die Jahre 1. April 1895 bis 31. März 1901.

Ansatz		1895/96	1896/97	1897/98	1898/99	1899/1900	1900/01
		Pfd. Sterl.	Pfd. Sterl.	Pfd. Sterl.	Pfd. Sterl.	Pfd. Sterl.	Pfd. Sterl.
1	Sold für Offiziere, Seeleute, Jungen, Küstenwachen und königl. Seebeamte	4 133 500	4 419 800	4 696 000	4 988 000	5 242 700	5 527 000
2	Nahrung und Kleidung	1 367 100	1 369 600	1 384 600	1 491 700	1 606 700	1 715 300
3	Medizinische Abteilung	151 400	156 200	161 400	167 000	176 600	208 800
4	Seekriegsgericht	10 600	10 600	10 600	11 400	12 200	13 300
5	Seemannschulen	79 400	81 300	85 600	86 600	90 600	92 300
6	Wissenschaftliche Abteilung	61 400	63 800	66 700	67 200	69 500	66 900
7	Ersatzmannschaft	215 600	229 800	249 900	257 000	271 000	271 100
8	Schiffbau u. zwar Neubau und Unterhaltung Abschnitt 1: Bemannung	1 810 000	2 104 000	2 126 000	2 218 000	2 417 000	2 512 000
	„ 2: Arbeit auf königl. Werften	2 655 000	2 251 000	2 064 000	2 971 000	3 799 000	4 084 000
	„ 3: Arbeit auf Unternehmerwerft.	3 416 000	5 386 000	5 440 000	5 612 000	6 601 000	6 329 000
9	Schiffsbewaffnung (nur Kanonen und Torpedorohre) ausschliesslich Lafetten	1 693 200	2 543 200	2 775 000	2 549 200	2 710 800	3 004 700
10	Werftanlagen (Gebäude und Reparatur) in England und den Kolonien	547 000	618 400	648 800	650 100	795 100	845 800
11	Verschiedene Ausgaben für den Dienst unter der Waffe	176 800	189 200	195 400	232 900	248 200	271 200
12	Admiralitätsverwaltung	237 200	236 800	243 600	247 700	261 600	267 100
	Gesamtbetrag für den Dienst unter der Waffe	16 554 200	19 656 200	19 697 600	21 549 800	24 302 000	25 208 500
13	Ruhegehalte	2 086 500	2 130 500	2 130 100	2 168 300	2 232 200	2 253 800
14	Jährl. Beitrag zur Kolonialseemacht Australien	60 300	60 300	60 300	60 300	60 300	60 300
	Nettogesamthaushalt . . . . . Pfd. Sterl.	18 701 000	21 823 000	22 398 000	23 778 400	26 594 500	27 522 600
	M.	374 020 000	436 460 000	447 960 000	475 558 000	531 890 000	550 452 000
		Zusammen von 1895/96 bis 1900/01: 2 816 340 000					
	Anwachsen der Bemannung	88 850	93 750	100 050	106 390	110 640	114 880
	Ersatzmannschaft	25 000					28 700

Im Jahre 1896 schrieb der *Engineering*: „*In Afrika brauchen wir nichts zu fürchten*“, und heute — England mag siegen oder unterliegen, sein Ansehen hat durch die Misserfolge dauernd eingebüsst. Auf Indien wird Russland früher oder später marschieren und die Reste des Reichtums wohl an sich reissen, den England trotz aller Anstrengung übrig lassen musste.

Im Westen Englands hält sich Irland, das seit 1782 eine Unionsverfassung mit England (seit 1801 gemeinsames Parlament in Westminster) besitzt, und das seit dieser Zeit mit Vorbedacht (durch Parlamentsbeschlüsse) von seiten Englands seines Handels und Gewerbes beraubt wurde, nur mit Mühe in den Grenzen gesetzlichen Zusammenarbeitens; dabei hängen dessen Bewohner, deren Zahl nahe an 4 Millionen grenzt, wovon viele, grösstenteils nach Amerika, auswandern, doch in treuer Liebe an ihrer Heimat.

Im Osten hat England Deutschland durch Vorgänge, die ja jedem Deutschen noch in lebhafter Erinnerung sein werden, herausgefordert, nicht zuletzt durch den vom Zaun gebrochenen Krieg mit den Stammesverwandten in Südafrika; denn für die englische und gegen die deutsche Zunge wird dieser Kampf schon lange geführt, früher mit der Feder, jetzt mit Blut und Eisen.

Mit vollem Recht sagt daher der *Engineering* (24. März 1899): „*Was unser Land nötig hat, ist die Sicherheit gegen völligen Ruin (insurance of the empire against total loss), und wenn die Prämie dafür in Höhe von 28 Millionen Pfd. Sterl. zu zahlen ist, so muss das Geld beschafft werden.*“

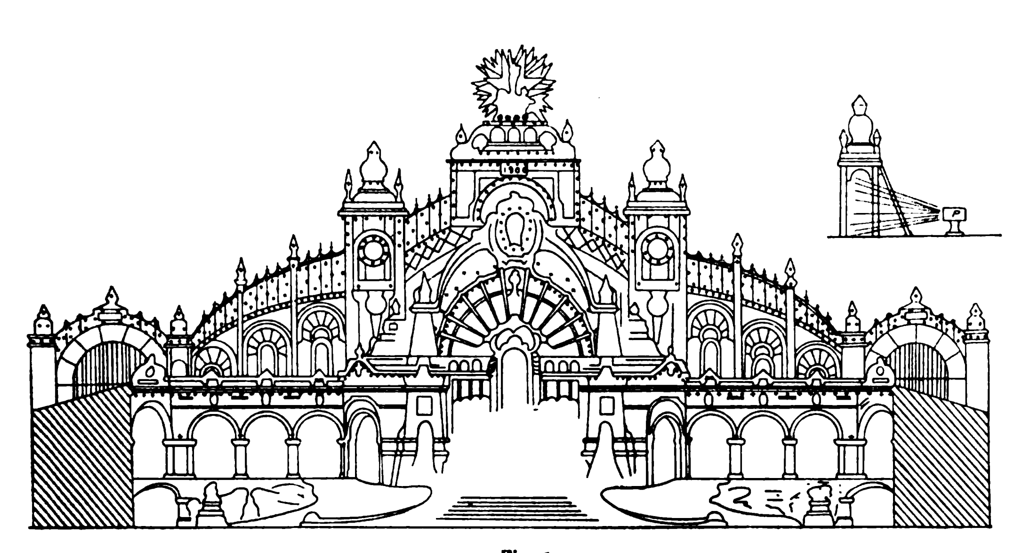
Einen interessanten Einblick in die Lage Englands gestattet bei dieser Gelegenheit auch die Erklärung seitens *Sir Ashmead Bartlett*'s, wonach für Englands Heerwesen 1899 wenigstens 1,9 % des Gesamthandelsverkehrs (zusammen für Heer und Flotte 3,7 %), also etwa 562 Millionen Mark ausgegeben wurden — und für ein wie leistungsfähiges Heerwesen!! (Schluss folgt.)

Nordamerika: 2000 Millionen Mark.
Bei diesen Ziffern ist aber die Anlage deutschen Kapitals in auswärtigen Anleihen und Spekulationsunternehmungen, die sich ihrem Umfange nach überhaupt nicht feststellen lässt, bei der es jedoch zweifellos um ganz bedeutende Summen sich handelt, noch nicht mit in Anschlag gebracht.

Die elektrische Beleuchtung auf der Pariser Weltausstellung.

Wie es sich von selbst versteht, wird auf der diesjährigen Weltausstellung die elektrische Beleuchtung nicht bloss zur Befriedigung des Bedürfnisses nach Licht ausgenutzt sein, sondern an sich in den verschiedensten Formen und Anwendungen ein hervorragendes Schaustellungsobjekt bilden. Sowohl auf dem ersteren als auf dem letzteren Gebiete ist aber der elektrischen Beleuchtung bei dieser jüngsten Weltausstellung eine so ausgedehnte, grossartige und imposante Rolle als Reklame- und Ausschmückungsmittel zugewiesen, wie dies bisher noch bei keiner ähnlichen Veranstaltung, d. h. überhaupt noch niemals der Fall war. Namentlich wird die Anschmiegung zwischen Beleuchtung und Architektur, wie sie bei mehreren Ausstellungsbauwerken durchgeführt erscheint, eine besondere Eigentümlichkeit darbieten und möglicherweise für eine künftige Geschmacksrichtung nicht ohne Einfluss sein. Für die Erzeugung der elektrischen Beleuchtung, welch letztere unter der Oberleitung des Generalbetriebsdirektors der Ausstellung, *Delaunay-Belleville*, der Verwaltung und technischen Aufsicht des Chefingenieurs *R. V. Picou* überwiesen ist, hat man diesmal, wie bereits an einer anderen Stelle erwähnt wurde (vgl. S. 187 d. Bd.), die enorme Kraftmenge von 15000 PS vorgesehen, während für denselben Zweck bei der nächst früheren Pariser Weltausstellung im Jahre 1889 nur 4000 PS zur Verfügung standen. Wird hierzu der Umstand in Berücksichtigung

gezogen, dass natürlich auch alle übrigen Beleuchtungsgattungen, die ja bekanntlich seit den letzteren Jahren ebenfalls vielfache Neuerungen und bedeutende Fortschritte aufzuweisen haben, sich schon des Wettkampfes mit der Elektrizität halber in ihren besten Formen und in zahlreicher, ja massenhafter Vertretung vorhanden sein werden, dann lässt sich in der That gegen die seitens der französischen Ausstellungspublizistik mit Vorliebe gebrauchte Phrase *„von einem Meer von Licht“* kaum ein berechtigter Einwurf erheben.



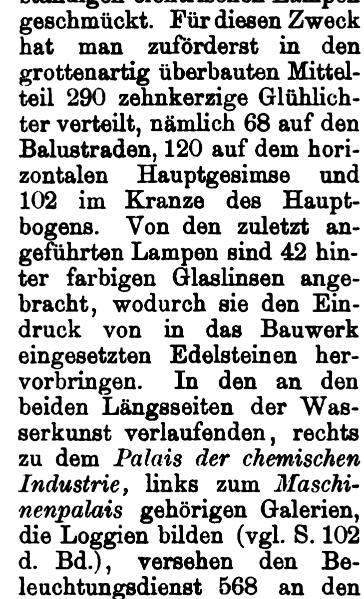


Fig. 1.
Beleuchtungsanordnung an der Front des Zentralpalais für Elektrizität.

Unter diejenigen Baulichkeiten, welche mit besonderer Freigebigkeit elektrisches Licht erhalten haben, gehört naturgemäss in vorderster Reihe das auf dem grossen Ausstellungsplatze am Marsfelde zwischen den Hallen für *Ackerbau und Lebensmittel* (Fig. 2) befindliche und hinter dem Wasserschloss das der Seine zugekehrte Mittelfeld abschliessende *Palais für Elektrotechnik.* An der Vorderfront dieses Gebäudes (Fig. 1) werden allein nicht weniger als 5000 Glühlampen, 8 Scheinwerfer und 4 aussergewöhnlich grosse Bogenlampen von 15 Ampère in Verwendung stehen. Davon bilden die zumeist farbigen Glühlampen eigene ornamentale Gruppen, die der Fassadenarchitektur angepasst sind, während die 8 Scheinwerfer sich hinter Durchbrechungen ebenso vieler höher oder niedriger liegender Pylonen befinden, in der Art, wie es die kleine Nebenzeichnung der Fig. 1 erkennen lässt, und ihre Lichtkegel auf die Kaskaden und das Becken des Wasserschlosses, sowie in die Gartenanlagen werfen, welche sich zwischen den beiden Reihen der Ausstellungspaläste des Marsfeldes erstrecken. Die vier grossen Bogenlampen endlich haben ihren Platz ganz zu oberst am Architrav der Mittelpforte und dienen hier im besonderen zur Geltendmachung der die Giebelspitze abkrönenden Figurengruppe. Unmittelbar vor dieser Front befindet sich das Wasserschloss (Fig. 2), von dem in das zu seinen Füssen angebrachte grosse Becken Kaskaden abstürzen, deren Gesamtgefälle grösser ist, als das der berühmten Kaskaden im Parke von *Saint Cloud.*

Diese ebengenannten Wasserfälle [1]) am Marsfelde werden nach Art der bekannten *Fontaines lumineuses* mit Hilfe von reflektiertem Lichte, das durch farbige Gläser geworfen wird, beleuchtet, überdem sind aber auch die Umfassungsbalustraden und die Gesimse des sämtlichen Mauerwerks der Wasserkunst durch einen reichlichen Aufwand von ständigen elektrischen Lampen geschmückt. Für diesen Zweck hat man zuförderst in den grottenartig überbauten Mittelteil 290 zehnkerzige Glühlichter verteilt, nämlich 68 auf den Balustraden, 120 auf dem horizontalen Hauptgesimse und 102 im Kranze des Hauptbogens. Von den zuletzt angeführten Lampen sind 42 hinter farbigen Glaslinsen angebracht, wodurch sie den Eindruck von in das Bauwerk eingesetzten Edelsteinen hervorbringen. In den an den beiden Längsseiten der Wasserkunst verlaufenden, rechts zu dem *Palais der chemischen Industrie,* links zum *Maschinenpalais* gehörigen Galerien, die Loggien bilden (vgl. S. 102 d. Bd.), versehen den Beleuchtungsdienst 568 an den Gesimskonturen verteilte Glühlampen, wovon 150 zu 30 farbigen Bouquets verwendet sind, die die Bogenläufe zieren; 240 weitere zehnkerzige Glühlampen schmücken und beleuchten die beiden Eckpavillons, welche die beiden Seitengalerien abschliessen. Im

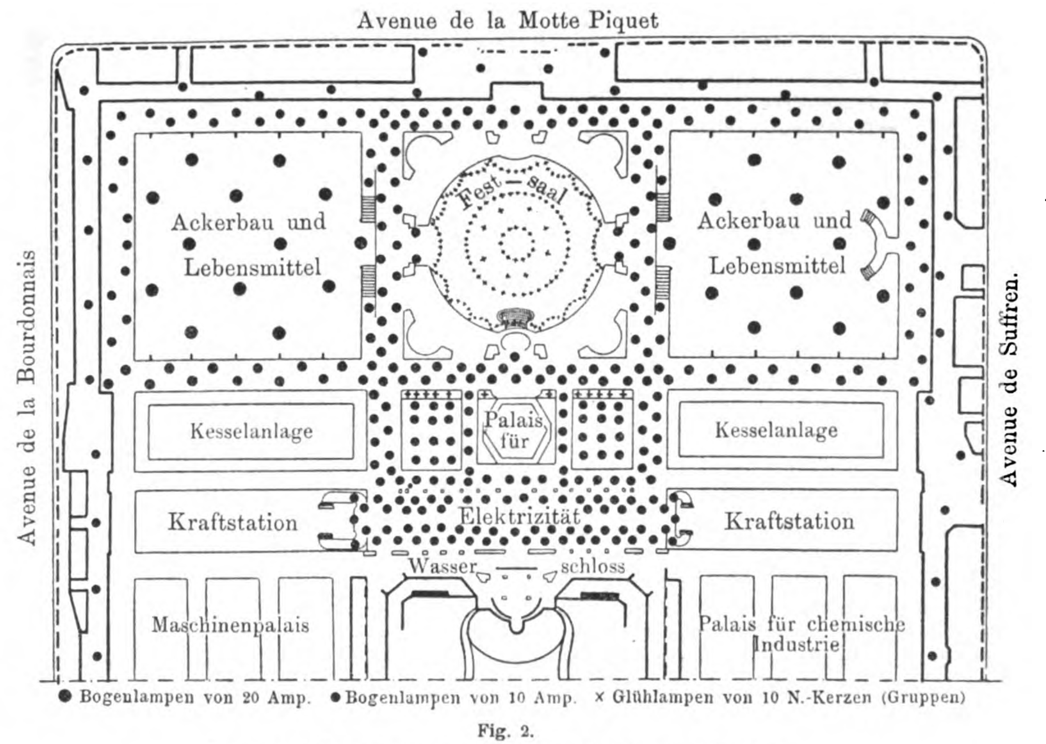


Fig. 2.
Lampenverteilung im Zentralpalais für Elektrizität und Umgebung.

---

[1]) Seinerzeit hatte man geplant, das Wasser mittels Anilin dunkelgrün zu färben und demselben ausserdem fluoreszierende Lösungen beizugeben, um eine noch nie dagewesene magische Wirkung zu erzielen; in Anbetracht der riesigen Wassermengen jedoch, die zu färben und schimmernd zu machen gewesen wären, sowie namentlich deshalb, weil man es für zweckdienlich erkannte, das Abfallwasser der Kaskaden als Kühlwasser für die Kondensatoren auszunutzen, wurde der Plan nicht weiter verfolgt. Anm. d. Red.

ganzen stehen also für das Wasserwerk und seine nächste Umgebung 1098 Glühlampen in Verwendung, eine Anzahl, die hinreichen würde, die ganze Strassenbeleuchtung einer ansehnlichen Stadt zu decken.

Sehr reichlich sind ferner die beiden Ausstellungsräume für *Ackerbau und Lebensmittel*[2]) (Fig. 1) bedacht, wo 36 grosse Bogenlampen zu 20 Ampère und 245 weniger grosse zu 10 Ampère ihr Licht ausströmen. Der grossartigste Aufwand findet sich aber in dem zwischen den beiden vorgenannten Riesenräumen eingebauten, kreisrunden prächtigen Festsaal, der namentlich für die Abhaltung der grossen Musikaufführungen u. dgl. benutzt werden soll, und 12000 Besucher fassen kann; hier erfolgt die Beleuchtung durch nicht weniger als 4500 zehnkerzige Glühlampen; eine Lampenmenge, die innerhalb eines geschlossenen Raumes bisher noch niemals in Verwendung gekommen ist.

Zur Aussen- und Innenbeleuchtung des auf S. 117 und folgende ausführlich beschriebenen, vom Architekten *Binet* erbauten monumentalen Eingangsthors (Fig. 3) sind 36 teils mit einfachen Reflektoren, teils mit grossen Scheinwerfern verbundene, mächtige Bogenlampen und 3116 Glühlampen verwendet. Erstere, die mit dreiphasigem Wechselstrom von 13 bis 14 Ampère gespeist werden, haben zumeist auf eigenen Kandelabern, dann auf den beiden das Thor flankierenden, hohen Pyramiden und auf der Kuppel, sowie innerhalb derselben ihren Platz, während die Glühlichter im wesentlichen den Konturen des Bauwerkes folgen, oder Rosetten bilden, oder endlich auch hinter farbigen Glaslinsen geborgen, eingesetzte Edelsteine darstellen. Die dem letzterwähnten Zweck dienenden Lampen besitzen 16, alle übrigen Glühlampen 5 Normalkerzen Lichtstärke. Auf den in den Ausstellungsraum einbezogenen Gartenanlagen und Avenuen, die zwischen dem ebengenannten Eingangsthore und der *Avenue d'Antin* liegen, und einerseits von der *Avenue des Champs Elysées*, andererseits von der *Seine* (Fig. 3) abgegrenzt werden, sind 174 Bogenlampen verteilt, die mittels Gleichstrom von 10 Ampère gespeist werden, den das Pariser zentrale Elektrizitätswerk als Wechselstrom von 500 bis 550 Volt Spannung liefert, und der in einer Anzahl von Konverters, die im Kellergeschosse des *Grossen Palais* (vgl. auch S. 213 und folgende) aufgestellt sind, entsprechend umgewandelt wird. Die Lampen sind in eine grosse Zahl von Teilkreisen geschaltet, welche sich derart übergreifen, dass das allfällige Verlöschen einer Lampe oder selbst eine totale Störung in einem der einzelnen Stromkreise in keinem Teile des Ausstellungsraumes eine allgemeine Verfinsterung herbeiführen kann. Als reich und zugleich als ganz besonders schön darf die elektrische Beleuchtung der neuen Brücke *Alexander III.* bezeichnet werden, welch letztere die aus den *Champs Elysées* kommende *Avenue Nicolas II.* (Fig. 3) mit der *Esplanade des Invalides* verbindet und an sich ein hervorragendes Ausstellungsobjekt monumentalen Charakters von bleibendem Nutzen bildet. Im ganzen sind daselbst 508 Glühlampen zu je 16 Kerzen aufgewendet und zwar zuförderst je 20 solche Lampen an den vier prachtvollen künstlerisch ausgeführten Eckkandelabern, von denen je zwei auf jedem Ufer die Brükkeneingänge flankieren. An den beiden Seiten der Brücke werden an den Bögen die Scheitel durch je zehn rosettenartig gruppierte Lampen gekennzeichnet, während die übrigen Glühlichter an den Gesimsen der vier turmartigen Brückenköpfe, dann an den Hauptkonturen der Bogenträger, sowie längs des Brückengeländers ausgeteilt sind. Mit einem Teile der an der Balustrade und an den Seitenbogen angebrachten Lampen sollen zur Regelung des Verkehrs auf der *Seine* farbige Signale gegeben werden, nämlich weisses, rotes oder grünes Licht oder gewisse Kombinationen, welche den Bootslenkern das Erkennen ermöglichen, ob die Fahrt, das Landen oder Kreuzen unter bezw. nächst der Brücke oder andere Schiffsbewegungen statthaft sind oder nicht. Diese farbigen Lichter sind nach einer, der Brückenarchitektur angepassten Anordnung unter den anderen gewöhnlichen Glühlampen eingeteilt, so dass sie mit den ersteren zu verschiedenen anmutigen Beleuchtungsbildern zusammenwirken, die stromauf wie stromab weithin gesehen werden können. An jedem der vier Brückenköpfe befindet sich ein Transformator, der den für ein Viertel der Brückenbeleuchtung erforderlichen Strom, der an Ort und Stelle hochgespannt eintrifft, für die Lampenspeisung entsprechend umwandelt.

Fig. 3.
Lampenverteilung in den Elyseischen Feldern und an der Alexander-Brücke.

Eine sehr beachtenswerte Ausdehnung und reiche Anordnung besitzt endlich auch noch die in das Ausstellungsgebiet einbezogene *Esplanade des Invalides*, für welche Fig. 4 den Lampenverteilungsplan der an die *Rue de Constantine* grenzenden Längshälfte des Ausstellungsplatzes er-

---

[2]) Diese beiden Ausstellungsräume und der dazwischen errichtete Festsaal sind aus der grossen, von der Weltausstellung 1889 stehen gebliebenen, 150 m Spannweite besitzenden, ehemaligen Maschinenhalle durch Adaption gewonnen worden.
Anm. d. Red.

sichtlich macht. Diese Einzeichnung konnte für die zweite an der *Rue Fabert* liegenden Längshälfte entfallen, weil hier die Lampen nach Zahl und Gattung mit jenen der linken Seite so ziemlich übereinstimmen. An der in der Mittelachse der Esplanade geführten, breiten Strasse und auf den beiden damit zusammenhängenden, an den *Quai d'Orsay* stossenden Fortsetzungen befinden sich rechts wie links je 25, auf hohen, von verschiedenen Künstlern entworfenen Eisenmasten angebrachte Wechselstrombogenlampen von 20 Ampère und 86 ähnliche grosse Bogenlampen sind in den verschiedenen Ausstellungshallen für

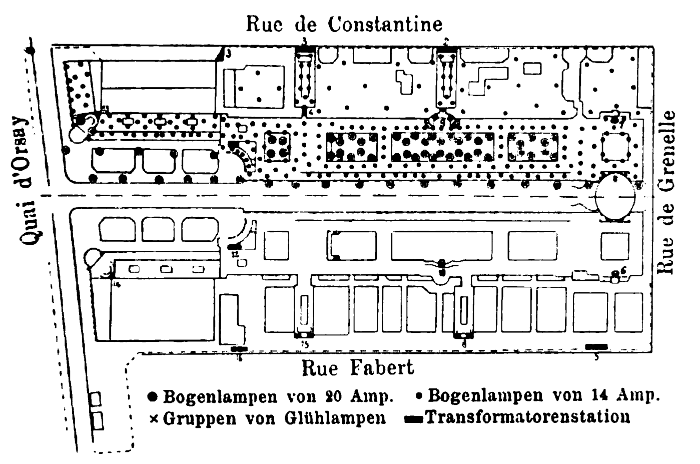


Fig. 4.

Lampenverteilung auf der Invaliden-Esplanade.

die Innenbeleuchtung in Benutzung, während für die Vorhallen, Gartenanlagen und Verbindungswege zusammen 332 Wechselstrombogenlampen zu 14 Ampère in Verwendung kommen. Ausserdem stehen zur Korridor- und Innenbeleuchtung der auf der Esplanade untergebrachten verschiedenen Baulichkeiten, welche die 12. und 15. Ausstellungsgruppe (Möbel nebst Innendekoration der Wohnungen und „verschiedene“ Industrien) beherbergen, noch 600 Glühlampen zur Verfügung. Unter den früher erwähnten Bogenlampen von 14 Ampère befinden sich an der in die Hauptstrasse eingelegten Kolonnade 34 Stück, die insofern von den übrigen besonders abweichen, als sie sogen. langbrennende Bogenlampen sind, deren Kohlen innerhalb einer luftleeren Glaskugel verbrennen und deren Lichtbogen vorliegendenfalls 500 Watt aufbraucht.

Für die sämtlichen geschilderten Beleuchtungsanlagen sind die erforderlichen Stromführungen aus Reinkupferleitungen hergestellt, für die als äusserster statthafter Widerstand 18 Ohm pro Kilometer Länge und 1 qmm Querschnitt bei 15° C. vorgeschrieben war. Gemäss den weiter noch festgestellten Bedingungen muss jede Leitung, mag sie unterirdisch oder oberirdisch verlegt sein, sowohl durch eine Isolierschicht als darüber durch eine mechanische Schutzhülle gesichert, und eine dieser beiden Hüllen wasserdicht sein. Jede Abzweigung muss durch Schmelzsicherungen geschützt werden, sobald der Strom darin bei 5 oder mehr Ampère eine Spannung bis höchstens 125 Volt besitzt, oder bei maximal 3 Ampère, wenn die Spannung über 125 Volt hinausgeht. Die Kalibrierung der Schmelzsicherungen ist so bemessen, dass sie bei einer Stromstärke, die das Dreifache des Normalstromes erreicht, in Wirksamkeit treten, und damit hierbei die Möglichkeit einer Bogenbildung hintangehalten werde, sind ihre Längen dem örtlichen Potential angepasst, und zwar belaufen sich dieselben bis zu 125 Volt auf 20, bis zu 250 Volt auf 30 und bis zu 500 Volt auf 40 mm. Innerhalb des Beleuchtungsnetzes dürfen grundsätzlich nur solche Umschalter Verwendung finden, die vollständig funkenlos arbeiten. Im allgemeinen werden die Bogenlampen, ohne ihrer sonstigen Eigenart Zwang anzuthun, mit weiten Glaskugeln und Funkentassen ausgestattet sein. An die Glaskugeln ist ferner die Bedingung geknüpft, dass sie mindestens zwei Drittel des vom Voltabogen erzeugten Lichtes durchlassen und durch ziemlich engmaschige Drahtgeflechte geschützt seien, damit in keinem Falle Glassplitter oder innere Lampenteile abfallen können. Was die Glühlampen anbelangt, so werden die einzelnen Gruppen stets ihre besonderen Zuleitungen haben und niemals direkt in die Speiseleitungen geschaltet sein; die für den Schutz der Gruppen angewendeten Schmelzsicherungen sind daher überall von gleicher Art und von den kleinsten der obenerwähnten Abmessungen.

Alle auf die elektrischen Beleuchtungsanlagen bezughabenden Sicherungsbestimmungen sind gleich von vorhinein in das allgemeine Bedingungsheft für die Bauausführungen und für den Betrieb der Ausstellung mit aufgenommen gewesen. Wie schliesslich *Max de Nansouty*, dessen einschlägigen Berichten [3]) die obigen Daten entnommen sind, ganz besonders hervorhebt, werden in die allgemeine Beleuchtungsanlage sämtlich zur Ausstellung angemeldete Lampen- und Leitungssysteme einbezogen sein, um ihren Wert durch die mehrmonatliche Dienstleistung sozusagen ziffermässig nachweisen zu können. Nur die Hauptwege, sowie jene Räume, die in den Abendstunden stetig von grossen Mengen der Aussteller betreten, und noch einige andere wichtige Beleuchtungsobjekte sind ausschliesslich solchen Lampengattungen vorbehalten geblieben, welche zu bereits durchaus bewährten Anordnungen zählen, und aus vorzüglich leistungsfähigen, verlässlichen Erzeugungsstellen stammen.

[3]) Vgl. *La vie scientifique*, 1899 S. 509 und 1900 S. 29.

Elektrisch angetriebene „bewegliche Treppen“ der Pariser Weltausstellung.

Von den mannigfachen elektrischen Transportmitteln, die im laufenden Jahre in Paris innerhalb des Ausstellungsraumes Dienste leisten werden, hat die *Guyenet-Moncable*'sche Stufenbahn bereits in *D. p. J.* 1899 **313** 7 nähere Besprechung gefunden. Eine fast noch nennenswertere Bedeutung lässt sich für die in den Innenräumen behufs leichter, bequemer Gewinnung der Geschosshöhe zur Anwendung kommenden „*beweglichen Treppen*“ voraussehen, von denen sich 27 unausgesetzt im Betriebe befinden werden. Hiervon kommen allein 17 auf die verschiedenen Ausstellungspaläste des *Champ de Mars*, wo namentlich die ausgedehnten Maschinenhallen und das Palais für chemische Industrie reichlich damit ausgestattet sind (vgl. S. 101 d. Bd.), während die restlichen 10 in den verschiedenen Bauwerken der *Esplanade des Invalides* Aufstellung finden. Für die Zulassung dieses Beförderungsmittels, das bekanntlich aus einer gleichmässig bewegten schiefen Ebene besteht, die den sich darauf stellenden und ruhig darauf stehenbleibenden Benutzer schräg nach aufwärts mitnimmt, hat man sich auf Grund der vorzüglichen Erfolge entschieden, welche damit bereits in einigen Pariser Kaufhäusern, wie beispielsweise in den weltbekannten *Grands magasins du Louvre* erzielt worden sind, wo alle fünf übereinander liegenden Geschosse durch *bewegliche Treppen* in Verbindung gesetzt sind. Im letztgenannten Kaufhause schwankt die Fahrgeschwindigkeit der gedachten Treppen zwischen 0,50 bis 0,55 laufende Meter der Rampe in der Sekunde; dabei beträgt die gesamte Hubhöhe von Stockwerk zu Stockwerk 6,00 m, während sich die Länge des Stiegenarmes, nämlich der von einem Geschosse zum anderen führenden

schiefen Ebene auf 18,00 m belauft. Die Benutzer der *beweglichen Treppen* brauchen also 30 bis 36 Sekunden, um von einer Etage in die nächst höhere zu gelangen, und wenn je 18 Personen gleichzeitig dieselbe Rampe benutzen, so beträgt die Gesamtbeförderung, eine andauernde gleichmässige Inanspruchnahme vorausgesetzt, in der Stunde 1800 Personen. Bei grösstem Andrange können aber auch 30 Personen hintereinander auf einem Treppenarm Platz finden und in diesem äussersten Falle steigert sich mithin die Leistung pro Stunde bis auf 3000 Personen. Bei einer Beförderung von 1800 Personen in der Stunde stellt sich das Krafterfordernis auf ungefähr 6 PS, welches im Verhältnis mit der Herabminderung der Leistung bis zum Leerlauf auf 3 PS abfällt. In Anbetracht dieses stetigen Kraftverbrauches, der also auch während der Zeit aufrecht bleibt, wo die *bewegliche Treppe* gar nicht oder nur ganz wenig benutzt wird, ist dieselbe, ähnlich wie die *Stufenbahn*, nur dort zweckdienlich auszunutzen, wo wenigstens einige Stunden hindurch eine Massenbeförderung bewältigt werden soll; dann aber auch mit um so nennenswerteren Vorteilen.

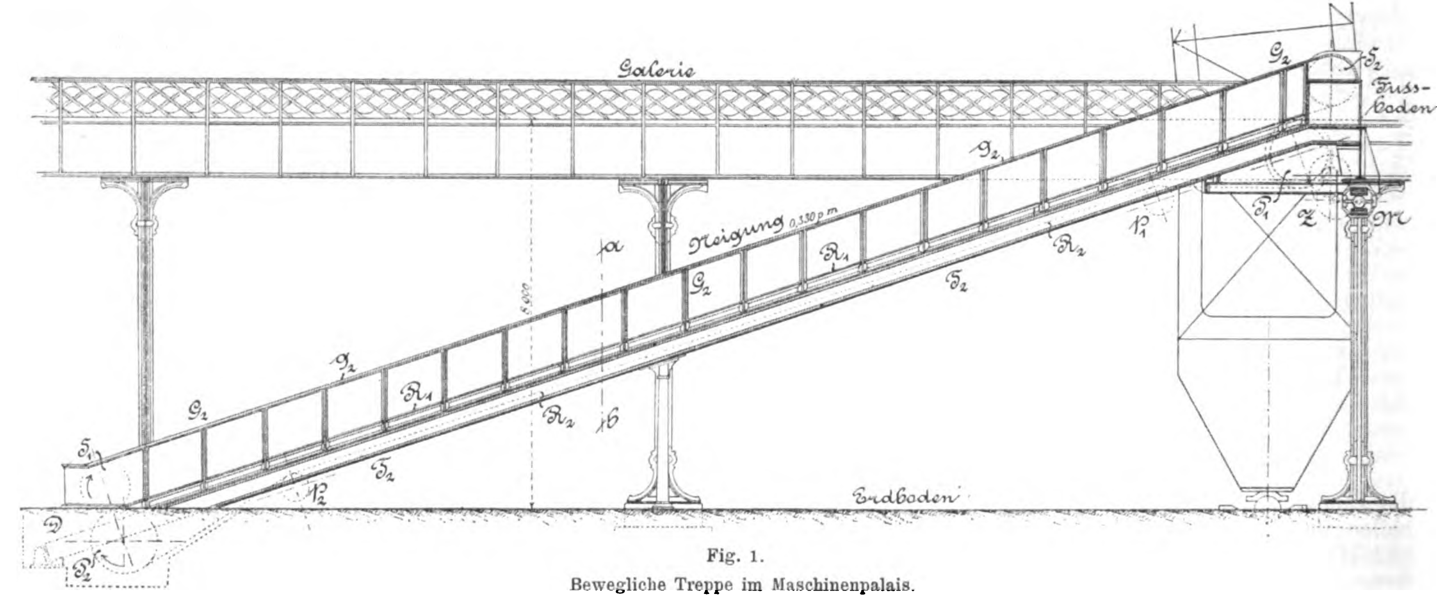
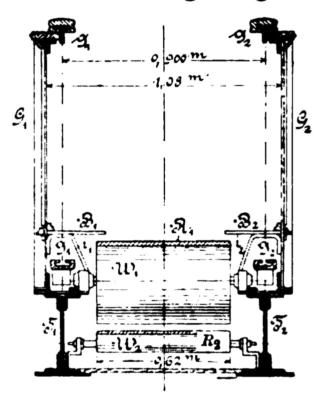


Fig. 1.
Bewegliche Treppe im Maschinenpalais.

Schon mit Rücksicht auf den zuletzt hervorgehobenen Umstand hat die Ausstellungsverwaltung die Aufstellung beweglicher Treppen veranlasst, obwohl es sich dort in allen Fällen bloss um den Aufstieg vom Erdgeschoss in das erste Stockwerk handelt. Es werden drei verschiedene Konstruktionen zur Ausführung gelangen, und zwar fünf Treppen nach der Bauart von *Jules le Blanc,* fünf andere aus dem Etablissement *Cail* und siebzehn von der Firma *Piat* gelieferte nach *Hallè*'scher Anordnung[1]). Diese letztgenannte Gattung ist dieselbe, welche in den *Grands magasins du Louvre* in Benutzung steht, und zu der u. a. auch eine mehrgeschossige Treppenanlage zählt, die soeben im *Hotel Terminus* am Bahnhofe *Quai d'Orsay* der Orleansbahn (vgl. S. 24 d. Bd.) hergestellt wird. Die zwei zuerst angeführten Typen werden zugleich Ausstellungsobjekte bilden und weisen gegenüber der ältesten Konstruktionsform, nämlich jener von *Hallè,* einige Neuerungen und Abweichungen auf, während sie mit derselben natürlich im wesentlichen vollkommen übereinstimmen.

Fig. 1 zeigt die Ansicht und Fig. 2 den Querschnitt einer der in Rede stehenden Einrichtungen, welche in dem Maschinenpalais aufgestellt sind, und die daselbst gleich allen übrigen in der Ausstellung vorhandenen *beweglichen Treppen* dem Publikum gegen eine Benutzungsgebühr von 10 Cent. pro Person zur Verfügung stehen werden. Hauptteile der Treppe sind zuförderst zwei aus Flach- und Winkelblechen hergestellte, in einem Abstande von 0,90 m parallel nebeneinander gelagerte Stahlträger T_1 und T_2, die sich mit ihren unteren Enden unter dem Niveau des Fussbodens auf gusseisernen Schuhen D (Fig. 1) stützen, welche durch kräftige Ummauerungen aus Cement und daselbst eingelassene Verankerungen unverrückbar festgehalten werden, während die oberen Enden der beiden Wangenstücke direkt mit den Stahlträgern und Stützen der Decke des Erdgeschosses in Verbindung gebracht sind; sie haben eine Steigung von 33 % und es belauft sich somit ihre Länge, da die Geschosshöhe 8 m beträgt, von Fussboden zu Fussboden auf 26,40 m. Zunächst den oberen Enden der Wangenbalken sind auf deren Untergurten Lager festgemacht, in welchen eine cylindrische Riementrommel P_1 von 0,62 m Breite und 1,40 m Durchmesser sich dreht. Eine zweite Trommel P_2 von denselben Abmessungen lagert in ähnlicher Weise an den unteren Enden der Wangenträger; über diese beiden Cylinder und zwei 0,62 m breite, 0,60 m dicke, ebenfalls an den Treppenwangen angebrachte Leitwalzen p_1 und p_2 lauft aber ein 0,60 m breiter, 24 mm starker Riemen R_1 R_2 ohne Ende, dessen oberer, offenliegender Strang R_1 die bewegte Fahrbahn bildet. Damit er für diesen Zweck möglichst glatt und gleichmässig verlauft, wird er längs der ganzen Rampe in Abständen von je 0,65 m durch 0,35 m starke Walzen W_1 (Fig. 2) unterstützt, welche in den beiden Wangenträgern eingezapft sind, und auf die sich also die Last der die Treppe benutzenden Personen samt der des Riemens verteilt. Damit derselbe aber auch auf seinem Rückwege R_2 an der Unterseite der Rampe nicht frei hängt, so wird er hier gleichfalls von Zwischenwalzen W_2 (Fig. 2) getragen, die in denselben Abständen voneinander angebracht sind, wie die Zwischenwalzen W_1 des Strangs R_1, jedoch nur einen Durchmesser von 0,10 m besitzen, da sie eben niemals mehr zu tragen haben, als den Riemen. Letzterer ist aus vorzüglichstem Material, kräftigst verflochten und sorgsam gekittet, derart, dass er die erforderliche Festigkeit, sowie eine genügende Straffheit besitzt, und dabei doch gehörig biegsam bleibt; zumeist, aber nicht immer, ist er auch noch mit einem festgewebten Laufteppich oder einer Kautschukdecke geschützt, welcher Ueberzug, schadhaft geworden, leicht ausgebessert oder ausgewechselt werden kann. In der Herstellungsweise und im Stoffe des endlosen Riemens liegen die hauptsächlichsten Abweichungen der verschiedenen Systeme.



Querschnitt a b
Fig. 2.

Die früher erwähnte Haupttrommel P_1 (Fig. 1) wird durch einen Elektromotor M unter Beihilfe eines aus drei Sätzen bestehenden Zahnradvorgeleges Z stetig angetrieben, wobei sich die bei einem Betriebsstrom von 440 Volt auf 1150 belaufende Tourenzahl des Motorankers an der Riemen-

[1]) Nach *Revue industrielle* vom 27. Januar 1900, S. 33.

trommel bis auf 8,18 Umdrehungen in der Minute reduziert. Es sei hier bemerkt, dass auch die Art der Bewegungsübertragung mit zu den bereits mehrfach angeführten kleinen Unterschieden der Treppenkonstruktionen auf der Ausstellung gehört, insofern bei einigen an der Stelle von Zahnradsätzen ein Schneckenradvorgelege angewendet wird. Damit der Riemen bei jeder Belastung so ziemlich dieselbe Spannung behält, sind die beiden Lager der unteren Trommel P_2 (Fig. 1) nicht unbeweglich festgemacht, sondern in Schlitten geführt und durch starke Federnbuffer beeinflusst, die sie stetig in der Längsrichtung der Träger T_1 und T_2 nach abwärts schieben. Auf den letzteren sind zwei vom Untergeschoss bis zum Obergeschoss führende, aus stählernen T- und Winkelblechen hergestellte Sicherheitsgeländer G_1 und G_2 angebracht. Die lichte Weite zwischen den beiden Geländern beträgt 1,08 m; an denselben sind rechts und links an der Innenseite der Treppe aus starkem, an der Oberfläche geriffelten Blech bestehende und durch gebogene Blechträger i_1 und i_2 gestützte Sicherheitsstreifen B_1 und B_2 festgenietet, die der ganzen Treppe entlang den Raum zwischen Geländer und Fahrbahn in der Breite von je 0,25 m verdecken und also über den Rand der beweglichen Fahrbahn, das sind die beiden Längsseiten des Riemens R_1, um je 2 cm hinausreichen. Auf diese Blechränder B_1 und B_2 kann man von der bewegten Bahn R_1 übertreten, sobald dies irgendwie wünschenswert oder geboten erscheint und beide Seitenstreifen lassen sich also im Notfall als feste Rampe ausnutzen. Neben den beiden festen Treppengeländern G_1 und G_2 (Fig. 2) sind auch noch entlang denselben zwei *bewegliche* Geländerstränge g_1 und g_2 vorhanden, welche sich mit derselben Geschwindigkeit wie die Fahrbahn kontinuierlich nach aufwärts bewegen. An diesen aus starken Kautschukseilen hergestellten, mit Samt überzogenen Strängen kann der Ausstellungsbesucher sich anhalten und auf diese Weise ebenso bequem als sicher die Fahrrampe ausnutzen. Jeder der beiden elastischen Geländerstränge ist geschlossen über zwei Riemenscheiben S_1 und S_2 (Fig. 1) geführt, die durch schmale, gleichsam eine Fortsetzung des festen Geländers bildende, aus lackiertem Blech ausgeführte Schutzkasten verkleidet sind. Die Scheiben S_2 der beiden Stränge erhalten durch einen in der Zeichnung nicht dargestellten Zwischensatz des Zahnradvorgeleges Z ihren Antrieb genau derart, dass sich die beiden Handhaben, wie schon früher hervorgehoben wurde, stets ebenso schnell nach aufwärts bewegen, wie der Riemen der Fahrbahn. Nachdem die *beweglichen Treppen* vom Publikum im allgemeinen benutzt werden sollen, bildet die zweckdienliche Ausführung dieser Geländerstränge den eigentlichen Kernpunkt der Konstruktion, da sie allein es sind, die den mit dem Verkehrsmittel ganz unvertrauten Personen jenes Gefühl der Sicherheit gewinnen lassen, welches erforderlich ist, um sich der Treppe behaglich und gerne zu bedienen. Ueberdem bilden die beweglichen Geländer, sollen sie nach jeder Richtung hin vollkommen entsprechen, aus naheliegenden Gründen jenen Teil der Gesamteinrichtung, dessen gelungene Durchführung die meisten Schwierigkeiten darbietet, sowohl was die Wahl der Materialien anbelangt, als was die Anordnung der Details betrifft.

Für die Berechnung der Leistungsfähigkeit der vorstehend beschriebenen *beweglichen Treppen* der Ausstellung ist der Umstand massgebend, dass dieselben eine ausdrücklich festgesetzte Maximalfahrgeschwindigkeit von 0,60 m in der Sekunde besitzen, so dass also der Aufstieg im ganzen $\frac{26,40}{0,6} = 44$ Sekunden Zeit in Anspruch nehmen wird. Da nun die Fahrbahn der Treppe unausgesetzt und ganz bequem von 25 oder 26 Personen gleichzeitig benutzt werden kann, so belauft sich die Anzahl der Personen, deren Beförderung unter dieser Voraussetzung innerhalb einer Stunde möglich ist, auf 2050 bis 2730. Bei sehr grossem Andrange können wohl auch 40 bis 44 Personen hintereinander auf der Fahrrampe stehen, in welchem Falle sich die stündlich beförderte Maximalmenge auf 3600 Personen steigern würde. Aber auch dies ist keineswegs die äusserste Leistungsfähigkeit der Einrichtung an sich, vielmehr würde sich dieselbe immerhin noch um 10 bis 15 % erhöhen lassen, wenn die seitens der Ausstellungsverwaltung vorgeschriebene grösste Geschwindigkeit von 0,60 etwas vergrössert werden dürfte, was ganz gut möglich erschiene, sobald nur das Publikum mit der Benutzung vertrauter sein würde. Zieht man dagegen die Leistungsfähigkeit von Personenaufzügen in Betracht, so erweisen sich die oben berechneten Ziffern ausserordentlich günstig, denn danach stellt sich die stündliche Personenbeförderung bei der *beweglichen Treppe* jener eines gleich kräftigen Lift beiläufig 6mal überlegen. Auf der Ausstellung werden übrigens keineswegs sämtliche daselbst vorhandenen *beweglichen Treppen* ausschliesslich der Personenbeförderung dienen, sondern zum Teil auch für den Sachentransport Verwendung finden; es wird sonach hier nach allen Richtungen und im reichlichsten Masse Gelegenheit geboten sein, die in Rede stehende, noch so neue Einrichtung umfassend auf ihren praktischen Wert auszuproben, namentlich aber zu zeigen — und das bleibt doch die Hauptsache —, inwieweit sich das grosse Publikum mit der Gebrauchsnahme zu befreunden geneigt findet.

Die gebräuchlichen Automobilsysteme.

Von Professor **H. Bachner** in Stuttgart.

(Fortsetzung des Berichtes S. 239 d. Bd.)

III. *Regulierung der Fahrgeschwindigkeit; elektrische Bremsung.*

Es wurde bereits erwähnt, dass der Elektromotor bei sachgemässer Konstruktion die Möglichkeit bietet, Zugkraft und Umdrehungszahl der äusseren Belastung in weiten Grenzen anzupassen, und dass aus diesem Grunde insbesondere der Motor mit Hauptstromwickelung allgemeine Anwendung für Automobilzwecke gefunden hat. Immerhin liegt es, da doch einmal Vorgelege vorhanden sind, nahe, diese variabel zu machen und wenigstens neben der elektrischen Regulierung mitzubenutzen.

So ist bei den Wagen von *Patin* (Fig. 81) (vgl. S. 221 d. Bd.) ein veränderliches Friktionsvorgelege mit zwei Uebersetzungen, die sich wie 1 : 2 verhalten, aus dem Grund [1]) benutzt worden, um grössere Steigungen langsamer, als es der Motor allein gestattet hätte, zu befahren und damit die mit Rücksicht auf den leichten Wagen verhältnismässig schwache Batterie zu schonen. Während also gewöhnlich das Rad r mit dem Trieb q in Berührung steht, wird auf Steigungen der Sektor n durch Hebel e nach rechts umgelegt und dadurch das kleinere Reibrad s angedrückt; in beiden Fällen bleibt die zweite Uebersetzung zwischen v und dem mit der Differentialkapsel verschraubten Zahnkranz l der Grösse nach ungeändert.

Das Friktionsgetriebe dürfte wenig Beifall finden; der Gedanke an sich wurde aber auch von der Kommission des Automobilwettbewerbs in Paris 1898 für dasselbe Verwendungsgebiet mit der Begründung [2]) angeregt, dass man dann die den Wirkungsgrad des Motors herabsetzende geringe Umdrehungszahl vermeiden könne. Beachtung hat

[1]) *Elektrot. Zeitschrift,* 1899 S. 703.

[2]) *Mém. Soc. Ing. Civ.,* Nov. 1898 S. 330.



indes dieser Vorschlag nicht gefunden, hauptsächlich wohl aus dem Grund, weil man Bedenken trägt, die Bedienung des Fahrzeuges ohne dringende Not zu komplizieren.

Zur Regulierung durch Beeinflussung der elektrischen Vorgänge im Motor ist eine Reihe von Umschaltungen erforderlich, die in der Regel sämtlich durch Verstellung einer einzigen Kurbel nacheinander hergestellt werden können. Zu diesem Zweck stehen die in Betracht kommenden Teile der elektrischen Wagenausrüstung, also vor allem die Batterie, die Bürsten und die Magnetwickelung, mit Kontaktfedern (Kontaktfingern) *c* (Fig. 91) in Verbindung, die, von einander isoliert, längs einer um eine vertikale Achse drehbaren Walze *a* angeordnet sind. Jeder gewünschten Bewegungsart entspricht bei einer bestimmten Walzenstellung auch eine bestimmte Verbindung der einzelnen Kontaktfinger untereinander, dadurch bewerkstelligt, dass Metallstreifen *b* in entsprechender Gruppierung auf dem Walzenumfang befestigt sind; die verschiedenen Fahrtstellungen werden durch eine Stellhemmung gesichert.

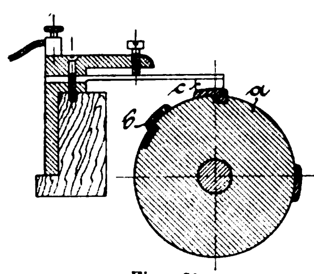


Fig. 91.
Querschnitt durch einen Fahrschalter.

Denkt man sich den Mantel der Walze abgewickelt und der Kontaktfederreihe gegenübergestellt, wie dies in den Fig. 92 und 93 geschehen ist, so gewährt ein solches Schaltbild eine bequeme Uebersicht über die gewählten Verbindungsweisen und die möglichen Variationen der Fahrgeschwindigkeit. Ausser Schaltwalze, Kontaktfingern und Stellhemmung finden sich an einem solchen, den entsprechenden Apparaten der elektrischen Strassenbahnen nachgebildeten Fahrschalter (engl. controller, franz. combinateur) noch Vorkehrungen gegen die beim Wechseln der Kontakte auftretenden Oeffnungsfunken, welche die Gebrauchsdauer dieser Metallteile sehr verkürzen können; von Interesse sind insbesondere die elektromagnetischen Funkenlöscher, die durch Erzeugung eines Magnetfeldes den auftretenden Lichtbogen zum Zerreissen bringen [3]).

Der bereits früher [4]) erwähnte allgemeine Zusammenhang zwischen Fahrwiderstand, Fahrgeschwindigkeit, Drehmoment und Winkelgeschwindigkeit des Motors behält auch im vorliegenden Fall seine Gültigkeit. Eine Steigerung der Geschwindigkeit bei unverändertem Widerstand bedeutet eine Erhöhung der Motorleistung; dasselbe ist bei einer Erhöhung des Widerstandes und unverminderter Geschwindigkeit der Fall, z. B. auf einer Steigung; dagegen lässt

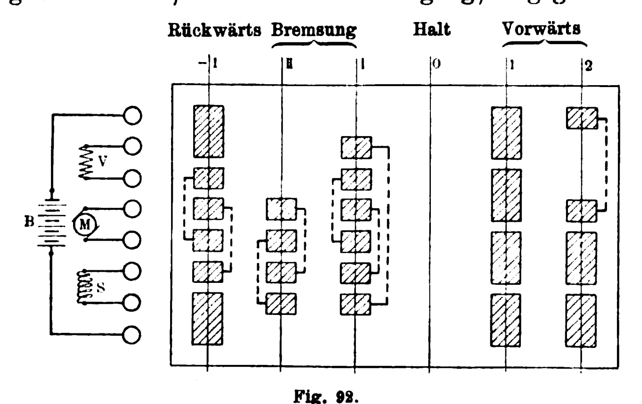


Fig. 92.
Abwickelung eines einfachen Fahrschalters für zwei Geschwindigkeiten.

sich die Steigung auch ohne Erhöhung der Leistung bewältigen, wenn man die Fahrgeschwindigkeit entsprechend ermässigen, d. h. beim Fehlen einer veränderlichen Uebersetzung die Umdrehungszahl des Motors genügend herabsetzen kann. Eine Erhöhung der Motorleistung andererseits lässt sich nur durch Vergrösserung des Produktes aus Klemmenspannung und Stromstärke erreichen, wobei entweder nur die Spannung oder nur die Stromaufnahme oder schliesslich auch beide zugleich geändert werden können.

Zur Regulierung durch Spannungsänderung stehen zwei Wege offen: Benutzung von veränderlichen Vorschaltwiderständen oder Gruppenschaltung der Batteriezellen. Das erstgenannte Verfahren hat den Vorzug grosser Einfachheit und Uebersichtlichkeit, wie aus Fig. 92 hervorgeht, auch dann, wenn man die für die meisten Fälle ungenügende Anzahl von zwei Fahrgeschwindigkeiten durch Hinzufügung weiterer Widerstände vermehrt. Bei Stellung *1* des Fahrschalters sind Batterie, Magnetwickelung und Anker mit dem Vorschaltwiderstand hintereinander geschaltet und geben infolge verringerter Klemmenspannung des Motors die geringere Geschwindigkeit; bei Stellung *2* ist der Widerstand ausgeschaltet, der höheren Spannung entspricht die grössere Geschwindigkeit.

Trotz ihrer Einfachheit ist diese Reguliermethode für Automobilzwecke kaum in Gebrauch [5]), weil sie die bedenkliche Eigenschaft besitzt, in dem Widerstand einen beträchtlichen Teil der in der Batterie aufgespeicherten Energie nutzlos zu verschwenden (durch Erwärmung der Drähte). Da von der Kapazität der Batterie die Leistungsfähigkeit des Wagens direkt abhängt, muss, wie schon erwähnt wurde, unter allen Umständen auf möglichst ökonomische Verwendung des Energievorrats hingewirkt werden.

Hierzu bietet ein anderes auf die Klemmenspannung des Motors einwirkendes Mittel die beste Gelegenheit: Man teilt die Batterie in Elementgruppen gleicher Zellenzahl und

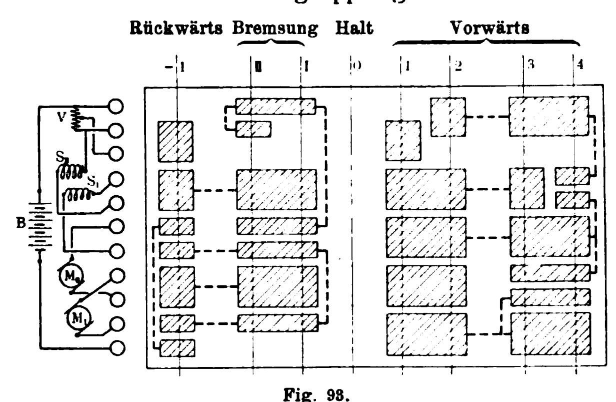


Fig. 93.
Fahrschalter einer Droschke der Compagnie générale des voitures in Paris für vier Geschwindigkeiten.

schaltet diese Gruppen nach Bedarf entweder parallel oder hintereinander oder in gemischter Schaltung. Da man kaum mehr als zwei [6]) Gruppen benutzt, sich also mit Halbierung der Batterie begnügt (vgl. die meisten folgenden Schaltungsdiagramme), so handelt es sich nur um die volle oder halbe Batteriespannung, und es müssen zur weiteren Abstufung der Fahrgeschwindigkeit noch andere Mittel angewendet werden. Jedenfalls ist die Spannungsteilung, weil ausserordentlich wirksam gleich einem im Verhältnis 1 : 2 veränderlichen Vorgelege, sehr beliebt; man hat sie nur ganz vereinzelt unbenutzt gelassen (vgl. Fig. 93) [7]), obgleich sie allerdings auch Nachteile in sich schliesst. Bei dem Betrieb mit solchen parallel geschalteten Batteriehälften ist es nämlich sehr wohl möglich, dass infolge nicht genau übereinstimmenden inneren Widerstandes die eine Hälfte stärker entladen wird als die andere; bei dem Wiederaufladen schaltet man zumeist die beiden Hälften hintereinander, so dass die Energieaufnahme für beide gleich ausfallen wird, wobei natürlich die stärker entladene Gruppe zu kurz kommt. Durch häufige Wiederholung dieses Vorganges kann die Batterie dauernd Schaden nehmen, und da die Kompensation ungleichmässiger Entladung besondere Vorkehrungen und jedenfalls dauernde Ueberwachung des Ladebetriebs erfordert (z. B. auch das Aufladen innerhalb

[3]) Näheres über die Konstruktion der Fahrschalter bringt der Aufsatz: Die Steuerschalter für elektrische Motoren, *Z. d. V. d. I.*, 1900 S. 270.

[4]) Vgl. S. 99 und 100 d. Bd.

[5]) Sie findet sich bei der Droschke System *Egger-Lohner*, *Z. d. V. d. I.*, 1900 S. 49 und 50.

[6]) Der *Columbia*-Wagen der *Motorfahrzeug- und Motorenfabrik Berlin* scheint vier Batteriegruppen zu besitzen, vgl. *Z. d. V. d. I.*, 1900 S. 18.

[7]) Auch die Schaltungsskizze des A.-E.-G.-Schalters, *Z. d. V. d. I.*, 1900 S. 274.



des Wagens eigentlich ausschliesst), möchten wir den Methoden den Vorzug geben, welche diese Spannungsteilung ganz vermeiden.

Die zur Vergrösserung der Geschwindigkeit bei gleichbleibendem Fahrwiderstand erforderliche Leistungserhöhung des Motors kann aber auch ohne Spannungsänderung durch Erhöhung der Stromaufnahme erfolgen, und es fragt sich nur, durch welche Mittel der Motor hierzu veranlasst werden kann. Es geschieht dies bekanntlich durch Schwächung des Magnetfeldes, wodurch die dem Strom den Eintritt in die Ankerwickelung erschwerende elektromotorische Gegenkraft vermindert, die Stromstärke und mit ihr die Umdrehungszahl des Ankers entsprechend vergrössert wird.

Diese letztgenannte Methode gestattet verschiedenartige praktische Ausführung, wie sich aus dem Folgenden ergeben wird. Der Umstand, dass bei einem und demselben Fahrzeug in der Regel noch andere Reguliermethoden gleichzeitig Anwendung gefunden haben, nötigt uns freilich, auch diese bei unserer Besprechung zu berücksichtigen. Zur Erläuterung diene das Folgende: Die Magnetwickelungen sind durch nebeneinander gereihte Schleifen (*S* Serienwickelung, *N* Nebenschlusswickelung), etwa benutzte Widerstände (*V* Vorschaltwiderstand) durch Zickzacklinien wiedergegeben; *M* bedeutet die Ankerwickelung des Motors, *B* die Batterie.

Das einfachste Mittel zur Schwächung des Magnetfeldes ist ein Vorschaltwiderstand. Beim Serienmotor freilich, z. B. Fig. 92, kommt diese Wirkung nicht zur Geltung, weil trotzdem der Ankerstrom verringert wird; eine Nebenschlusswickelung hingegen lässt auf diese Weise bekanntlich eine ausgiebige Regulierung zu, ohne nennenswerten Energieverlust. Reine Nebenschlusswickelung kommt bei Automobilmotoren nicht vor, doch findet sich ein Beispiel für die oben erwähnte Regulierart beim Fahrschalter des Dreirades Elektra [8]) von *A. Krüger*, Berlin, von dessen Mischwickelung (s. später) für die höchste Geschwindigkeit nur die Nebenschlusswickelung in Thätigkeit ist, und diese mit vorgeschaltetem Widerstand.

Aehnlich wirkt, auch für die Hauptstromwickelung anwendbar, ein parallel geschalteter Widerstand *(Shunt)*, wie er z. B. von *Jeantaud* verwendet wird (Fig. 94); doch ist hier das Feld stärker bei voll eingeschaltetem (3. Stufe), schwächer bei verringertem Widerstand (4. Stufe), weil ja durch den Nebenschluss ein Teil des Stromes der Wickelung entzogen wird. Auch diese Methode konsumiert merkliche Strommengen, ohne nützliche Arbeit daraus zu leisten, gibt also zu Bedenken Anlass.

Fig. 94.
Hauptstromwickelung ungeteilt, Nebenschlusswickelung geteilt.

Dieselbe Fig. 94 gibt auch ein Beispiel ab für die Anwendung der Unterteilung der Magnetwickelung, wie sie in ähnlicher, freilich in ihrer Eigenart stärker betonter und für reine Serienwickelung bestimmter Ausführung bei den Einmotorwagen der Strassenbahn Verwendung fand (System *Sprague*). Der mit Mischwickelung versehene zweipolige Motor trägt zwei Nebenschlusswickelungen, die in Fahrtstellung *1* parallel, in Stellung *2* bis *4* hintereinander geschaltet sind. Der Geschwindigkeit *2* gegenüber erscheint *1* in zweifacher Weise reduziert: Die Klemmenspannung ist durch Parallelschaltung der Batteriehälften halbiert, die für die Feldstärke massgebende Ampère-Windungszahl ist verdoppelt (die halbierte Spannung ist dabei berücksichtigt), also das Feld wesentlich verstärkt.

Aehnlichen Zwecken dient die hauptsächlich bei französischen Wagen benutzte Mischwickelung, die für den Motor eine Serien- und eine Nebenschlusswickelung gleichzeitig vorsieht, wie dies in Fig. 94 und für die 2. Geschwindigkeitsstufe des „Elektra"-Dreirades [9]) in Fig. 95 dargestellt ist. Durch Aenderung der Feldstärke in der einen oder anderen Wickelung oder in beiden zugleich und durch Kombination mit der Spannungsteilung an der Batterie lässt sich eine weitgehende Abstufung der Tourenzahl ohne Energieverschwendung erreichen.

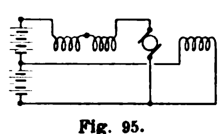


Fig. 95.
Serienwickelung geteilt, Nebenschlusswickelung ungeteilt.

Zu beachten ist, dass die beiden Wickelungen sich unterstützen, nicht, wie bei der ganz anderen Zwecken, nämlich der Aufrechterhaltung konstanter Tourenzahl bei verschiedener Belastung, dienenden eigentlichen Compoundwickelung einander entgegenwirken sollen; dies geht aus den drei Figuren deutlich hervor. Nicht empfehlenswert erscheint in Fig. 95 der Anschluss der Nebenschlusswickelung an nur eine Batteriehälfte (und zwar, wie a. a. O. ersichtlich ist, dauernd durch alle Fahrtstellungen), weil hierbei die ungleichmässige Entladung unvermeidlich wird. Es mag sein, dass dies im vorliegenden Fall keine grosse Bedeutung hat, weil die Batterie, wie wir noch sehen werden, nicht aus normalen Akkumulatoren besteht.

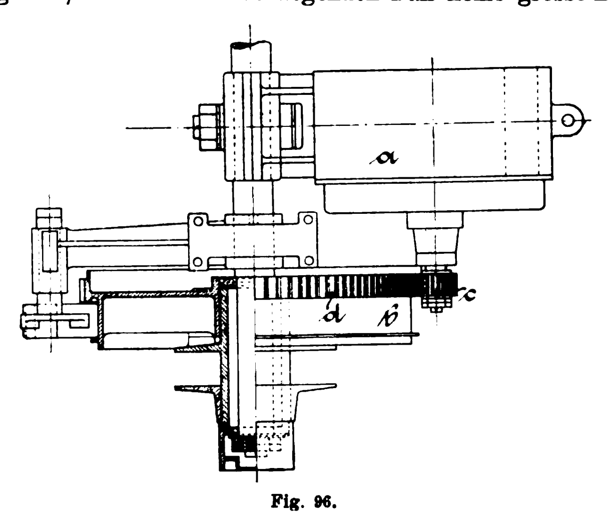


Fig. 96.
Triebradnabe mit Vorgelege und Motor System Riker.

An diese Reguliermethoden mit einem einzigen Motor reihen sich diejenigen an, welche für zwei Motoren bestimmt sind. Das Bedürfnis zur Anwendung eines doppelten Antriebs ist nur bei ganz schweren Fahrzeugen in der Grösse der Belastung begründet und würde dann am besten dadurch befriedigt, dass mit Rücksicht auf volle Ausnutzung des Adhäsionsgewichtes jede Achse einen Motor erhält. In den meisten Fällen der Anwendung von Doppelmotoren handelt es sich um einen anderen Zweck (was schon daraus hervorgeht, dass jeder Motor auf je ein Rad derselben Achse einwirkt): es soll das Differentialgetriebe umgangen werden. Hierher gehört z. B. die Bauart von *Riker* (Fig. 96, *a* Motor, *c* Trieb; Zahnrad *d* und Bremsscheibe *b* sitzen auf der Nabe des Wagenrades), aber auch der eigenartige Doppelmotor von *Mildé* (Fig. 97), bei

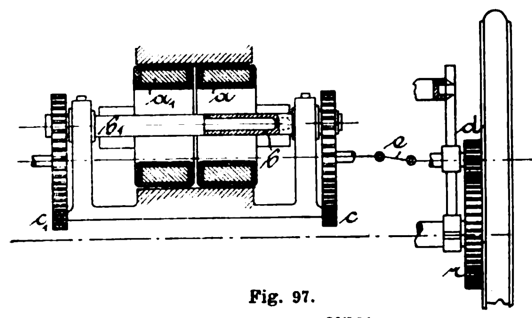


Fig. 97.
Doppelmotor von Mildé.

[8]) *Z. d. V. d. I.*, 1900 S. 50.

[9]) Siehe oben, auch *Z. d. V. d. I.*, 1900 S. 50.

welchem beide Anker a und a_1 ein gemeinsames Magnetgestell, aber jeder seine besondere Welle b und b_1 besitzen. Ob der hiermit erreichte Vorteil der Beseitigung zweier Lagerstellen unter allen Umständen ausschlaggebend ist, kann bezweifelt werden, zumal die Erfahrung zeigt, dass, hauptsächlich bei Parallelschaltung der Motoren, häufig ein einseitiges, die Lenkung erschwerendes Voreilen des einen stattfindet; andererseits hingegen gewinnt man damit die Möglichkeit einer zweckmässigen und im Verhältnis einfachen Regulierung.

Fig. 93 zeigt das Schaltbild, Fig. 98 den hier interessierenden Teil der Schaltungsskizze für die auf diesem Wege mögliche, äusserst übersichtliche Reguliermethode, die ähnlich auch bei den Zweimotorwagen der Strassenbahnen in Verwendung ist und Serie-Parallelsystem genannt wird, weil, wie Fig. 98 zeigt, die Motoren und ihre Wickelungen (Hauptstromwickelung) bald in Serie, bald parallel geschaltet sind. Das System, in Anwendung bei der *Compagnie générale des voitures* in Paris, beruht in erster Linie auf der Spannungsteilung, da bei Hintereinanderschaltung die Klemmenspannung pro Motor nur halb so gross ist als bei Parallelschaltung; ausserdem wirken die bei Stellung *3* hintereinander, bei Stellung *4* nebeneinander verbundenen Magnetwickelungen noch gleichzeitig wie ein veränderlicher Vorschaltwiderstand; die Batterie bleibt ungeteilt.

Fig. 98.
Ein Motor mit zwei Ankerwickelungen u. Kollektoren, geteilter Serienwickelung.

Auch bei dem schon früher erwähnten Avant-train von *Krieger* sind zwei Motoren vorhanden, welche die vorne gelegenen Lenkräder antreiben; das hier benutzte Reguliersystem (Fig. 99) stellt sich als eine Mischung aller vorhergenannten dar, denn es benutzt die Batterieteilung, das Serie-Parallelsystem, die Mischwickelung und schliesslich Parallel-, Hintereinander- und Ausschaltung der Nebenschlusswickelungen.

Die Rücksicht auf die Vorteile der Zweimotorenschaltung hat schliesslich dazu geführt, auch einen einzelnen Motor für das Serie-Parallelsystem anwendbar zu machen; das Ergebnis ist der Motor mit zwei Ankerwickelungen und zwei Kollektoren, entsprechend zwei miteinander verschmolzenen Ankern, wie er von der *Compagnie générale des voitures* in Paris für ihre Fahrzeuge benutzt wird, aber auch sonst noch Verwendung findet. Die Schaltungsskizze (Fig. 98) gehört diesem Motor an, sie unterscheidet sich in nichts von der für zwei getrennte Motoren zu verwendenden Anordnung.

Fig. 99.
Zwei Motoren, je mit Serien- und Nebenschlusswickelung.

Bisher haben wir uns mit den verschiedenen Stufen der Vorwärtsfahrt beschäftigt und dabei jeweils den Beharrungszustand als bereits eingetreten vorausgesetzt. Auf den Schaltungsskizzen sind aber noch weitere Fahrschalterstellungen vertreten, die gleichfalls einer Erläuterung bedürfen.

Beim Anfahren, d. h. dem Uebergang aus dem Ruhezustand in die Bewegung, ist bekanntlich eine wesentlich gesteigerte Zugkraft seitens des Motors aufzuwenden, weil die grössere Reibung der Ruhe, insbesondere aber der Beschleunigungswiderstand der gesamten Wagenmasse überwunden werden müssen. Der Elektromotor besitzt die wertvolle Eigenschaft, dass seine Anzugskraft gegenüber der normalen Zugkraft sich von selbst wesentlich steigert.

Die Zugkraft ist dem Produkt aus Stromstärke und Kraftlinienzahl proportional. Für die genügende Stromaufnahme braucht man nicht weiter zu sorgen; denn da bei Beginn der Rotation des Ankers die elektromotorische Gegenkraft noch nicht vorhanden ist, würden ausserordentlich hohe Stromstärken auftreten, gegen die man vielmehr noch geeignete Vorkehrungen treffen muss. Aus diesem Grunde schaltet man auch, sofern dies möglich ist, die Batteriehälften für das Anfahren (Stellung *1* in den Schaltungsskizzen) parallel (Fig. 94, 99), etwa vorhandene zwei Motoren dagegen hintereinander (Fig. 98, 99), so dass die Klemmenspannung möglichst gering ausfällt, die Beanspruchung der Batterie gleichzeitig nicht zu hoch. Zur grösseren Sicherheit benutzt man insbesondere bei nur einem Motor einen Anfahrwiderstand (Fig. 94 und 98), der in letzterem Fall auch bei den Zwischenstufen benutzt werden kann.

Das für das Anfahren günstige starke Magnetfeld stellt sich beim Serienmotor gleichfalls von selbst ein, indem die hohe Stromstärke ja auch in der Magnetwickelung vorhanden ist. Bei Motoren mit Serien- und Nebenschlusswickelung zieht man auch die letztere zur Unterstützung heran und schaltet, wenn sie geteilt ist, die Hälften parallel (Fig. 94, 99).

Dieselbe Anfahrschaltung wird aus dem gleichen Grund für das Rückwärtsfahren zu wählen sein, nur muss dann die Stromrichtung in der Ankerwickelung umgekehrt werden, damit der Anker im umgekehrten Sinne rotiert. Die hierauf bezügliche Einrichtung des Fahrschalters lässt sich sehr übersichtlich aus Fig. 92 entnehmen; die Stellungen für die Rückwärtsfahrt sind in den Fig. 92, 93, 94, 99 mit *— 1* bezeichnet.

Die Stellungen *I*, *II* schliesslich entsprechen der elektrischen Bremsung. Mit Rücksicht auf möglichste Betriebssicherheit sollte ein Motorfahrzeug mindestens zwei [10]) voneinander unabhängige Bremsvorrichtungen besitzen. Die wirksamste Bremsung, die gleichzeitig den Vorteil hat, das Fahrzeug, insbesondere dessen Räder am meisten zu schonen, ist die elektrische. Indem der Motor durch das Getriebe mit den Rädern in dauernder Verbindung steht, muss der Anker an deren Drehung auch dann teilnehmen, wenn die Verbindung mit der Batterie unterbrochen ist. In diesem Fall erscheint der Motor als Dynamo, fähig, elektrische Energie zu erzeugen, sobald die Bürsten bezw. die Klemmen des Motors miteinander verbunden werden.

Da zur Erzeugung dieser elektrischen Energie, d. h. also zum Antrieb der stromliefernden Dynamo, Arbeit erforderlich ist, so wird das in den bewegten Massen des Wagens aufgespeicherte Arbeitsvermögen dabei aufgezehrt werden, um so rascher, je grösser die Stromstärke, je geringer der Widerstand des Stromkreises ist. Um eine gefährliche Belastung und Erhitzung des Ankers zu vermeiden, lässt man ihn zumeist auf einen vorgeschalteten Widerstand arbeiten, wie dies aus Fig. 94, Stellung *I* (und gleichzeitig *0*) hervorgeht; hier ist die Batterie vollständig abgeschaltet und der zur Dynamo umgewandelte Motor muss sein Magnetfeld selbst erregen.

Diese Selbsterregung ist nicht notwendigerweise bei jedem Motor vorhanden, erfordert überdies eine gewisse Zeit bis zur Erreichung ihres Maximums. Sicherer erscheint es daher, die Magnetentwickelung beim Bremsen vom Motor loszulösen und durch die Batterie zu erregen, wie dies in Fig. 99, Stellung *I* geschehen ist, wobei allerdings bei reiner Serienwickelung auch in diesen Stromkreis ein Widerstand gelegt werden müsste; hier zeigt sich also die Mischwickelung gleichfalls als vorteilhaft.

Vielfach begnügt man sich nicht mit einer einzigen Bremsstellung, sondern sieht deren zwei vor (vgl. Fig. 92 und 93), wodurch man einesteils im Notfall sehr starke Wirkungen erzielen, andererseits in normalen Fällen die Bremswirkung länger hinausziehen kann. Auch hierzu er-

[10]) In Frankreich sind deren drei vorgeschrieben.

weist sich die Mischwickelung als recht geeignet, wie aus der Darstellung der Bremsschaltung (Fig. 100) des neuesten *Jeantaud*-Wagens hervorgeht. Die erste Bremsstellung *I* benutzt ein verhältnismässig schwaches Feld, welches durch die Nebenschlusswickelung mit vorgeschaltetem Widerstand erregt wird; bei der zweiten Bremsstellung unterstützen sich Haupt- und Nebenschlusswickelung mit gleichzeitig vergrösserter Stromaufnahme, weil die Hauptstromwickelung dem Widerstand parallel geschaltet ist.

Bei reiner Serienschaltung kommen für abgestufte Bremsung geteilte Vorschaltwiderstände in Anwendung, oder man entfernt den Widerstand für die zweite Bremsstellung vollständig, wie aus Fig. 93 hervorgeht.

Fig. 100.
Serien- und Nebenschlusswickelung ungeteilt.

Bei Haltstellung ist jedenfalls die Batterie vollständig abzuschalten; gewöhnlich trägt der Fahrschalter an dieser Stelle überhaupt keine Kontakte (Fig. 92, 93). *Jeantaud* benutzt die Bremsstellung *I* gleichzeitig als Haltstellung (Fig. 94), was für dauernde Ruhe nur bei Selbsterregung zulässig erscheint, nicht aber bei Sondererregung wegen des fortlaufenden Stromverbrauchs. In diesem Fall ist (z. B. Fig. 100, für die das Gleiche angegeben wird) ein besonderer Ausschalter hinzuzudenken.

Recht naheliegend erscheint der Gedanke, die Energiemenge, welche bei der elektrischen Bremsung auf vorgenannte Art nutzlos als Wärme ausgestrahlt wird, nutzbar zu verwenden und zwar zum Laden der Batterie. Bei entsprechender Schaltungsanordnung ist dies thatsächlich ausführbar, wie aus dem Belastungsdiagramm des *Krieger*-Wagens [11]) (Fig. 88) hervorgeht. Es zeigt sich aber, dass der Gewinn selbst auf längeren Gefällen nur unbedeutend ist, dass aber gleichzeitig die Gefahr besteht, durch unzulässige Ladestösse der Batterie Schaden zuzufügen. Man hat daher, ebenso wie im normalen Strassenbahnbetrieb, von dieser sogen. Rückgewinnung der elektrischen Energie durchweg wieder Abstand genommen.

Noch sei bemerkt, dass die elektrische Bremsung infolge ihres inneren Wesens niemals für sich allein ausreicht, um den Wagen unter allen Umständen festzustellen oder gar festzuhalten. Denn da der Motor erst Strom erzeugen kann, wenn er sich dreht, also der Wagen sich bewegt, so muss die Bremswirkung im Ruhezustand gleich Null sein, sie wird bei sehr langsamer Bewegung ungenügend bleiben; schon aus diesem Grund ist das gleichzeitige Vorhandensein einer mechanischen Bremse unerlässlich.

Wie viel Schaltstellungen einem Motorfahrzeug zu geben seien, muss die Erfahrung lehren; es hängt dies ja auch von dem gewünschten Maximum und Minimum der Fahrgeschwindigkeit ab. Ersteres ist von den polizeilichen Vorschriften abhängig und dürfte nur selten 20 km pro Stunde übersteigen, letzteres bestimmt sich mit Rücksicht auf Verkehrshindernisse zu 4 bis 5 km. Man wird wohl mit 4 bis 5 Stufen für die Vorwärtsfahrt, 1 bis höchstens 2 Stufen für Bremsung, einer Halt- und einer Rückwärtsstellung in den meisten Fällen auskommen können. (Fortsetzung folgt.)

[11]) S. * 241 d. Bd.

Allgemeine Fragen der Technik.

Von Ingenieur **P. K. von Engelmeyer**, Moskau.

Aussichten für die deutsche Technik.

Anlässlich der Verleihung des Promotionsrechtes an die technischen Hochschulen erhielt der zeitige Rektor der Berliner technischen Hochschule, *A. Riedler*, den Auftrag, *Kaiser Wilhelm* die Danksagung auszusprechen. In seiner Erwiderung äusserte sich Seine Majestät in einer Weise, die den deutschen Technikern die weitesten Aussichten offenbart. Seine Majestät hat zugestanden, die technischen Schulen ausgezeichnet zu haben, um sie „in den Vordergrund zu bringen, denn sie haben grosse Aufgaben zu lösen, nicht bloss technische, sondern auch grosse soziale“. Das Kaiserwort betont ferner, dass die Techniker „auf die sozialen Verhältnisse vielfach grossen Einfluss ausüben“ können, da ihre „vielen Beziehungen zur Arbeit und zu Arbeitern und zur Industrie überhaupt eine Fülle von Anregung und Einwirkung ermöglicht. Sie sind deshalb auch in der kommenden Zeit zu grossen Aufgaben berufen; die bisherigen Richtungen haben ja leider in sozialer Beziehung vollständig versagt“. Nachdem er die Bedeutung des technischen Berufes so hervorgehoben, spricht der Kaiser von der Anerkennung, die sich die deutsche Technik zu Hause und auch im Auslande erworben: „Das Ansehen der deutschen Technik ist jetzt schon ein sehr grosses. Die besten Familien, die sich anscheinend sonst ferngehalten, wenden ihre Söhne der Technik zu, und ich hoffe, dass das zunehmen wird. Auch im Auslande ist Ihr Ansehen sehr gross, und Ausländer sprechen mit grösster Begeisterung von der technischen Bildung, die sie an Ihrer Hochschule erhalten haben. Es ist gut, dass Sie auch Ausländer heranziehen. Das schafft Achtung vor unserer Arbeit.“

Anknüpfend an diese kaiserliche Ansprache entwickelt *A. Riedler* einige allgemeine Gesichtspunkte über die Bedeutung des technischen Standes und über die nächsten Aufgaben, die sich notwendig jetzt schon der technischen Hochschulbildung entgegenstellen. Es ist nun um so mehr interessant, den Gedanken *Riedler*'s zu folgen, als sie die weitere Auslegung der kaiserlichen Worte bilden und durch diese ihre Bedeutung erhalten [1]).

„Lange vor dem Zusammenbruch der Kleinstaaterei (in Deutschland) ist der Umschwung eingetreten durch technische und kaufmännische Arbeit, durch die Entwickelung der Wasserstrassen, durch die Aufschliessung des Hinterlandes, Schaffung grosser Verkehrswege, dann in grossartigem Massstabe, inmitten der traurigsten politischen Verhältnisse, durch die Entwickelung der Eisenbahnen.“ „Langsam und mühevoll war der Anstieg, beispiellos rasch und gross der Erfolg. Siegreich ist die Technik auf allen Gebieten vorgedrungen, alle Lebens- und Schaffensverhältnisse, Menschen- und Völkerdasein hat sie tief eingreifend umgestaltet. Die Technik wird auch dem kommenden Jahrhundert sein Gepräge geben. Die Gegenwart zeigt ein erhebendes Bild wahrhaft grosser Entwickelung der Technik, wie der technischen Hochschulen, die zeitlich und auch nach ihrem innersten Werte zusammenfällt mit den machtvollsten Bestrebungen der Deutschen.“

Diesem Fortschritte liegen indes, nach *Riedler*, einige Ueberlieferungen im Wege, die beseitigt werden wollen. So die „überlieferte fachliche Ausbildung im Staatsbaudienst“. „Bisher hatte nur die Bauverwaltung staatlich voll anerkannte, aber nur für ihre Beamten tauglichen Prüfungsvorschriften und Titel.“ Diese Sachlage wäre auf Grund des Promotionsrechtes umzuändern. „Das zweite Hindernis einer richtigen wirtschaftlichen und sozialen Er-

[1]) Das Folgende entnehmen wir der vor kurzem erschienenen Broschüre: „Ueber die geschichtliche und zukünftige Bedeutung der Technik. Zwei Reden zur Feier der Jahrhundertwende und zum Geburtsfest Seiner Majestät des Kaisers am 9. und 26. Januar 1900 in der Halle der Königl. technischen Hochschule zu Berlin, gehalten von dem zeitigen Rektor *A. Riedler*, Berlin 1900. (G. Reimer.)



ziehung unserer Jugend liegt in ihrer Vorbildung, die bisher nur gelehrter Ueberlieferung folgte." „Die herrschende Vorbildung ist ungeeignet für die technische Hochschule und für das vielseitige Leben, ungeeignet gegenüber den Aufgaben der Zukunft, insbesondere den sozialen. Dazu gehört Kenntnis des vollen Lebens, der Wirklichkeit, der Lebensbedingungen der Gegenwart."

Die Frage von der Vorbildung für die technische Hochschule bildet thatsächlich einen der Grundsteine, worauf heute schon weiter gebaut werden soll. Leider sind die ausschlaggebenden Kräfte, von denen die Reform im Schulwesen abhängt, wenig geneigt, sie zu Gunsten der technischen Bildung zu gestalten, weil sie selbst der Universitätsbildung genossen. *Riedler* sieht ganz richtig die Ursache vieler Missstände darin, „dass in unserer ganzen Erziehung bisher nur die reflektierende Bildung an der Spitze gestanden, nie die gestaltende Bildung. Diese letztere hat ihr Arbeitsgebiet bisher nur in zwei Richtungen gefunden: in Kunst und in Technik. Ein Einfluss auf das Staatsleben ist ihr bisher völlig verwehrt geblieben. Die Zukunftsaufgabe liegt darin, Männer zu bilden, die befähigt sind, die gestaltende Bildung nicht nur in enger Fachthätigkeit zu verwerten, sondern hinaustragen in das soziale und Staatsleben. Solche Bildung wird die Zukunft fordern, sowohl von der Volksvertretung wie von denjenigen Männern, welche staatliche oder andere Gemeinschaften zu leiten haben. Diese Bildung wird sich gleichweit entfernt halten von der Gestaltungskraft ohne Bildung, die im groben Materialismus oder in Erwerbsgier ihren Ausdruck findet, wie von der Bildung ohne Gestaltungskraft, die bisher fast allein herrscht".

Wir begnügen uns mit diesen wenigen Worten *Riedler*'s, um die Aufmerksamkeit aller Interessenten auf seine kurze und doch so weittragende Schrift zu lenken, die noch eine Fülle tiefer Gedanken bringt. Unter anderem entwirft *Riedler* ein allgemeines Bild von der säkulären Bedeutung der Technik im Kulturfortschritte der Menschheit. Dieses Bild dürfte auch in den weitesten Kreisen die Augen öffnen und darthun, was Technik ist, und was sie für die nächste Zukunft sein soll.

Kleinere Mitteilungen.

Das Mauerwerk des deutschen Ritterordens in Preussen.

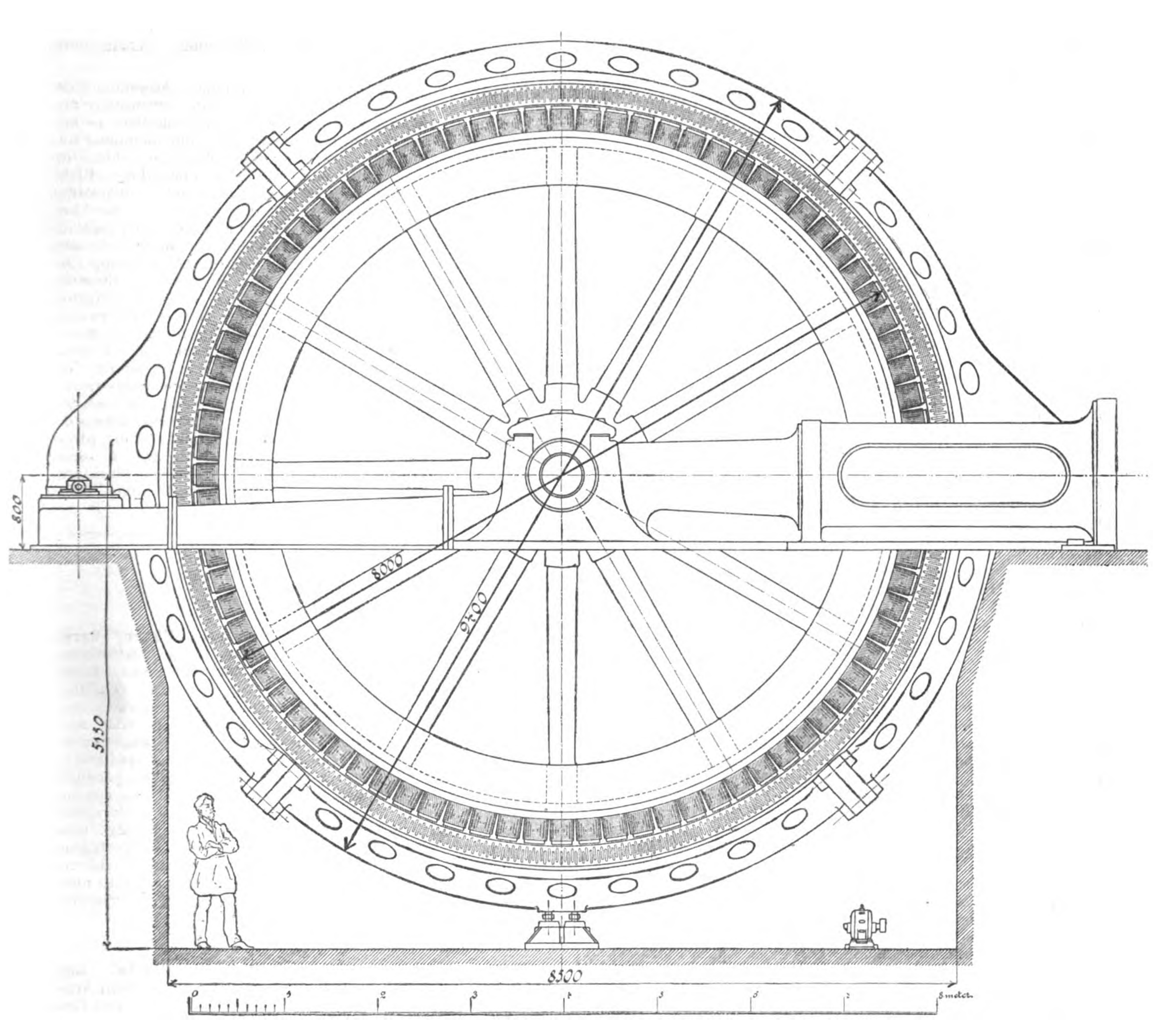
Die Burgen des deutschen Ritterordens in Preussen, „Häuser" genannt, sind, soweit sie nicht mehr vorhanden, nicht von der Zeit, sondern von Menschenhänden ein- oder niedergerissen; man benutzte sie zeitweise als Steinbrüche. Wo das Mauerwerk aber noch steht, hat es dem fressenden Zahn der Jahrhunderte getrotzt und als der bekannteste Beweis dafür mag die Marienburg gelten, an der vom tiefsten Fundament, das ihre vorzüglichen, trockenen, gewaltigen Kellerräume umschliesst, bis zum Dach jeder Stein aus der Ordenszeit noch heute so liegt, wie vor fast sechshundert Jahren. Bei anderen Burgen, beispielsweise am Schlosse zu Gollob an der Drevenz, ist das etwa zwei Jahrhunderte später von polnischen Machthabern hinzugefügte Mauerwerk in Trümmer gegangen, während der vom Orden erbaute Kern unversehrt dasteht, und beim Niederreissen solchen Mauerwerks, so beispielsweise der kürzlich niedergelegten Stadtmauern von Thorn zeigt sich die ungemeine Festigkeit solcher Bauten. Wenn man dagegengehalten das Durchschnittsalter eines modernen Berliner Hauses auf zweihundert Jahre annimmt, so ist gerade kein Fortschritt der Bautechnik in Bezug auf Solidität zu erkennen, und man hat die Frage vielfach aufgeworfen, woran es liegt, dass das Mauerwerk jener Zeit in sehr ungünstigen Witterungsverhältnissen des Nordostens Deutschlands und der russischen Ostseeprovinzen, die ebenfalls dem Orden gehörten, eine so gewaltige Widerstandsfähigkeit zeigt. Es werden denn auch eine Menge Forschungen angestellt, unter denen namentlich die des Renovators der Marienburg, Baurats *Steinbrecht*, zu erwähnen sind, und eine ganze Anzahl von sehr verschieden lautenden Ansichten tauchten auf, welche zum grössten Teil jedoch dahin zielten, dass *der Mörtel* der eigentliche oder hauptsächlichste Urheber des langen Bestandes der Bauwerke sei, und noch vor wenigen Jahren wurde darauf aufmerksam gemacht, dass ein mit Buttermilch angerührter Mörtel vortreffliche Eigenschaften zeige, und dass es keineswegs ausgeschlossen sei, dass man zu Ordensbauten solchen Buttermilchmörtel verwandt hätte. Anregung zu solchen Experimenten mag der „Buttermilchturm" der Vorburg des Marienburger Schlosses gegeben haben, der aber seinen Namen daher erhielt, weil in ihm einige aufsässige Bauern eingesperrt wurden, die dort so lange sitzen mussten, bis sie, nach einer Lesung, ein bestimmtes Quantum Buttermilch geliefert, nach der anderen ausgetrunken hatten. Alle Annahmen aber erwiesen sich als unzuverlässig, und erst in neuester Zeit ist man zu einer befriedigenden Lösung gekommen, so dass, falls sie sich als die richtige erweist, zu hoffen ist, dass der schöne Ziegelbau, für viele Jahrhunderte dauerhaft, wieder mehr in Aufnahme kommt. Der Orden verwandte zunächst zu seinen Bauten stets in der Nähe oder am Orte selbst frisch gebrannte Ziegel und unmittelbar am Bauplatz gebrannten Kalk und zubereiteten Mörtel. Dieser Mörtel jedoch *war anders zusammengesetzt als der heute übliche*, denn während er jetzt in den meisten Fällen aus 75,2 % Sand, 17,2 % Kalk und 6,6 % Kohlensäure besteht, hatte der vom Orden verwandte Mörtel einen höheren Kalk- und Kohlensäuregehalt, nämlich 21 % Kalk, 11,6 % Kohlensäure, also nur 67,4 % Sand. Natürlich kann man den Erfolg dieser angeblich richtigen, anscheinend verloren gegangenen Mischung nicht garantieren, da müsste man eben sechs Jahrhunderte warten, aber die Möglichkeit ist nicht ausgeschlossen, das Richtige gefunden zu haben, und da würde es sehr empfehlenswert sein, nach alter Weise die Neubauten herzustellen und nicht solche, deren Dauer man bereits beim Entwurf nur auf zweihundert Jahre berechnet. Der Sandsteinbau hat den Ziegelbau bei hervorragenden Bauten in Deutschland fast ganz verdrängt, aber die Kirchen, Rathäuser und Schlösser der nordischen Städte, die Bauten des Ordens und der Hansa sprechen deutlich dafür, dass das rauhe Klima dem Ziegelbau wenig anhaben kann, wenn dieser Ziegelbau nach jener Manier aufgeführt wird, nach welcher die stolzen alten Bauten hoch gebracht wurden. Der gotisch-baltische Stil, in welchem die meisten jener Werke gehalten sind, hat mindestens ebensoviel Recht, sich deutscher Stil zu nennen, wie jeder andere, namentlich wie die jetzt beliebte Renaissance.

Die deutsche Industrie auf der Pariser Ausstellung.

Es wird unsere Leser interessieren zu erfahren, dass die Beleuchtung der Ausstellung am Eröffnungstage nicht stattgefunden hat, da die Ausstellungsleitung die Kondensationswasserleitung noch nicht fertig gestellt hatte. Letztere ist nun betriebsfähig, und die Beleuchtung erfolgte von Donnerstag den 19. d. M. ab. Auch ist dem *Helios*, welcher allein fertig war, ausser der Beleuchtung der Ausstellungsräume nunmehr noch diejenige des Haupteinganges der „*Porte Monumentale*" übertragen worden. Es war nur durch die Leistungen der durch ihre grossen städtischen Zentralen in Köln, Petersburg, Amsterdam u. s. w. bekannten Firma *Helios Elektrizitätsaktiengesellschaft*, Köln, in Verbindung mit den gleichzeitig mit ihr ausstellenden Firmen, welche die Dampfmaschine und die Kessel geliefert haben, ermöglicht, rechtzeitig in Betrieb zu kommen. Die *Elektrizitätsaktiengesellschaft Helios* war in der That am Eröffnungstage die einzige Firma, welche das für die Beleuchtung ausschliesslich vorgesehene elektrische Licht zu liefern vermochte, und der Leser wird sich eine Vorstellung von der ausserordentlichen Leistungsfähigkeit dieser Firma machen können, wenn er erfährt, dass die vom *Helios* ausgestellte Maschine nicht nur die gesamte Ausstellung elektrisch zu beleuchten im stande ist, sondern sogar noch 12000 Glühlampen darüber hinaus gleichzeitig mit Strom zu versorgen vermag. Die zum Antrieb dieser Riesendynamo bestimmte Dampfmaschine ist von der *Maschinenfabrik Augsburg* geliefert, während von den fünf Kesseln, welche zur Erzeugung des erforderlichen Dampfes dienen, je einer von den Firmen: *Petry-Dereux*, Düren im Rheinland, *Petzold und Co.*, Berlin, *Simonis und Lanz*, Frankfurt a. M.-Sachsenhausen, *H. Pauksch, Aktiengesellschaft*, Landsberg a. W., *Ewald Berninghaus*, Duisburg, ausgestellt ist. Wir geben beistehend unseren Lesern eine



Abbildung jener Riesenwechselstrommaschine der Firma *Helios* in der Weise, dass auch die untere, unterhalb des Fussbodens befindliche Hälfte der Maschine sichtbar wird. Um einen Begriff von den grossartigen Dimensionen dieses Meisterwerkes



deutscher Elektrotechnik zu geben, ist neben der Maschine die Figur einer erwachsenen Person gezeichnet.

Wir behalten uns vor, im Laufe unserer Ausstellungsberichte auch die in anderer Beziehung sehr interessante Ausstellung der Firma *Helios Elektrizitätsaktiengesellschaft*, Köln, einer eingehenden Besprechung zu unterwerfen.

Bücherschau.

Handbuch des Mühlenbaues und der Müllerei. Herausgegeben von *F. Baumgartner*, Ingenieur für Mühlenbau. Erster Band: Mühlenbau. 521 S. mit 482 Textfiguren. Berlin 1900. Verlag von W. und S. Löwenthal. Preis broch. M. 15, geb. M. 16.

Seit dem Erscheinen ähnlicher Lehrbücher von *Kick*, *Meissner*, *Lohmann*, *Kreuter*, *Kunis*, *Neumann*, *Pappenheim* u. s. w. hat sich in der Müllerei ein ganz gewaltiger Umschwung, hauptsächlich durch Einführung des *automatischen Mahlverfahrens* und der *Siloanlagen* vollzogen, wodurch dieses Gewerbe eine lebhafte Bewegung ergriff. Wesentliche Verbesserungen sowohl einzelner Maschinen als auch der Mehlfabrikation überhaupt hoben die qualitative und quantitative Leistung und erleichtern den Betrieb. Ueber das Gesamtgebiet der Müllerei ist bisher kein Werk erschienen, das den ganzen Stoff, heutigem Standpunkt der Technik entsprechend, behandelt. Das vorliegende Buch bietet dem Mühlenbauer nur die Grundzüge, nach welchen zu bauen ist, doch verfällt es nicht in den Fehler, dem man fast in allen älteren Werken über Mahlmühlen begegnet, auch den Bau und die Pflege der Motoren zu behandeln.

Bei fast allen modernen Müllereimaschinen findet die vielseitigste Benutzung von Luftstrom statt, weshalb der Autor die *Ventilatoren* und *Exhaustoren* an die Spitze seines Buches stellt und dieselben auch vom theoretischen Standpunkt aus behandelt.

Bei den *Reinigungsmaschinen* ist das Verfahren auf trockenem oder nassem Wege (Wascherei) dargelegt. Bei den Vermahlungsmaschinen findet der *vertikale Mahlgang*, die verschiedenen Walzenstuhlsysteme, *Schrot-*, *Auflös-* und *Ausmahlstühle*, sowie *Schleuder-* und *Scheibenmühlen* eingehende Besprechung.

S. 163 vermisst man den selbstschmierenden Bodensteinbuchs. S. 208 empfiehlt Verfasser den Räderantrieb an Mahlgängen und bemerkt, dass Riemenantrieb nur unter besonderen Umständen angewendet werden soll, doch ist der Riemenantrieb zwecks leichter und sicherer Aus- und Einrückung der Gänge auch für Kundenmüllerei zur vorherrschenden Bauart geworden, nur wo mit geringer Kraft gerechnet werden muss, bleibt Rädereingriff empfehlenswert.

Bei den *Schrotstühlen* fehlen nähere Angaben über die ge-

bräuchlichen Riffelzahlen für die verschiedenen Schrotdurchgänge. Dem *Wegmann*'schen Porzellanstuhl ist ziemlich Raum zugewiesen, wogegen einige neuere Konstruktionen mit Hartgusswalzen, schweizerischen und amerikanischen Ursprungs, nicht erwähnt sind.

Bei den *Dismembratoren* (S. 317) sind diejenigen von *Krauss* in Neuss übergangen. Bei den Scheibenmühlen (S. 322) hätte die *Gruson*'sche „Excelsior“ Erwähnung verdient.

Unter *Sichtmaschinen* sind die neuen *Plansichter* und *Oscilliersichter* angeführt und finden bei der Wichtigkeit dieser Hilfsmaschinen eingehende Behandlung. Von älteren Sichtvorrichtungen könnten noch die in Bayern sehr verbreiteten Riemenbeutelwerke genannt sein.

Bei *Dunstputzmaschinen* (S. 431) fehlen die „Optima“ der *Maschinenfabrik Geislingen* in Geislingen, die „Universal“ von *G. Daverio* in Zürich und die „Diagramm“ von *Simon*, *Bühler und Baumann* in Frankfurt a. M., wogegen die S. 452 abgebildete ältere Dunstputzmaschine, weil überholt, besser weggeblieben wäre.

Unter Hilfsmaschinen sind *automatische Wage*, *Staubsammler*, *Detacheur*, *Mehlmisch-* und *Mehlpackmaschine* aufgenommen; bei den Fahrstühlen (S. 499) sind einige Sicherheitsfangvorrichtungen neuerer Konstruktion nicht berücksichtigt.

Bei *Transportvorrichtungen* für das Mahlgut sind Steigröhren aus Blech mit Luftdruckförderung, überhaupt *pneumatischer Transport* nicht angeführt.

Das ganze Werk wird drei Bände umfassen. Bei der Erklärung der Maschinen ist der sonst übliche Weg, auf Buchstaben oder Zahlen hinzuweisen, verlassen, ferner sind keine perspektivischen Ansichten von Maschinen gewählt, welche nur auf den Laien Eindruck machen, für den Fachmann aber nichts bedeuten. Die Zeichnungen sind mit eingeschriebenen Hauptmassen versehen, auch die Erläuterungen durchweg leicht verständlich gehalten, so dass umfassende technische Kenntnisse für ein fruchtbringendes Studium des Werkes nicht erforderlich sind.

Wie es in der Natur der Sache liegt, konnte der erste Band grossenteils nur reproduktiver Art, eine Zusammenstellung aus Fachschriften und Katalogen sein, ohne wesentlich Neues zu bringen. Es ist zu hoffen, dass in den folgenden Bänden der *automatische Mühlenbau* in umfassender Weise zur Darstellung gelangt. *W. M.*

Meyer's Paris und Nord-Frankreich.

Gegenüber den zahlreichen litterarischen Erscheinungen, die den deutschen Büchermarkt mit mehr oder minderwertigen Reisewerken über Paris gegenwärtig ausreichend versehen, bedeutet es für die Presse nur eine um so dankbarere Aufgabe, sich mit einer wohlmeinenden Beratung in den Dienst ihrer Leser zu stellen. Wir glauben, sagen zu dürfen, dass die in der Sammlung von *Meyer*'s Reisebüchern soeben erschienene vierte Auflage von *Meyer*'s Paris und Nord-Frankreich in ihrer gründlichen Neubearbeitung der Bestimmung des Buches in vollem Umfange entsprochen wird. — Eine Reihe allgemeiner Vorzüge, die den *Meyer*schen Reisebüchern anerkanntermassen eigentümlich sind, erspart uns das besondere Eingehen darauf; wir können uns also besser mit den nächstliegenden Aufgaben des neuen Buches beschäftigen, welchen die Redaktion durch die Sonderbeilage: Führer durch die Weltausstellung 1900 mit einem vorzüglich ausgeführten grossen Plan und einer Totalansicht trefflich entsprochen hat. Auf der Höhe seiner Bestimmung erweist sich ferner das Werk in der Führung zu den Sehenswürdigkeiten der Seine-Hauptstadt selbst und ihrer Umgebung; mit Sach- und Fachkenntnis vermitteln die Herausgeber dem Touristen das Verständnis für die Erscheinungen des vielgestaltigen Pariser öffentlichen Lebens. Für die gerade hier willkommene Fürsorglichkeit des Buches erbringt der ihm beigegebene, leicht herauszulösende gelbe Zettel: course à l'heure einen wahrhaft klassischen Beweis. Dieses Blatt, als Fahr-Route dem Kutscher übergeben, gewährleistet eine bequeme und genussreiche Rundfahrt zu den unerlässlichsten Punkten des alten und neuen Paris. Das Bild der Reiseeindrücke schliesst sich damit zu einem lückenlosen Ganzen. Vierzig mit grosser Genauigkeit durchgearbeitete, in grösstem Massstab gehaltene Spezialpläne und Karten ermöglichen von jedem Standort aus leichte und rasche Orientierung. — Im weiteren Sinne hat *Meyer*'s Paris u. s. w. die schätzenswerte Eigenschaft, als Reisehandbuch für Nord-Frankreich das einzige in seiner Art in deutscher Sprache zu sein, und es wird jeden Deutschen mit aufrichtiger Genugthuung erfüllen, dass die Darstellung alles Sehenswerten und der durch die Ereignisse von 1870/71 geschichtlich berühmt gewordenen Stätten (Sedan mit besonderer Karte des Schlachtfeldes) auch den rein deutschen Standpunkt immer vertritt. — Den Preis hat die Verlagshandlung (Bibliographisches Institut in Leipzig und Wien) auch für die neue Auflage auf 6 M. bemessen. — Der gleiche Verlag bietet mit dem in dritter, verbesserter Auflage erschienenen Französischen Sprachführer, Konversations-Wörterbuch von Prof. *Emil Pollak* (Preis 2 M. 50 Pf.), eine unentbehrliche Ergänzung zu seinem wie zu jedem fremden Reisebuch. *Meyer*'s Französischer Sprachführer hat als Verschmelzung von Konversationsbuch und Taschenwörterbuch den grossen Vorzug, dass man sich mit seiner Hilfe in den betreffenden Sprachgebieten ohne besondere Vorkenntnis ausdrücken und eine jedermann verständliche Unterhaltung führen kann.

Lehrbuch der Experimentalphysik von *Adolph Wüllner*. Vierter Band: Die Lehre von der Strahlung. Fünfte verbesserte Auflage, in zwei Halbbänden. Verlag von B. G. Teubner. 1899.

Der vierte Band handelt von der Strahlung. Gegenüber der vierten Auflage ist der Inhalt desselben ganz wesentlich vermehrt. Die neueren Forschungsergebnisse sind sämtlich in ausführlicher Weise berücksichtigt worden. Neu aufgenommen sind Abschnitte über die elektromagnetische Lichttheorie, über die durch elektrische und magnetische Kräfte bewirkten Lichterscheinungen und über Untersuchungen der dunklen ultraroten Strahlen. Der erste Abschnitt des Werkes handelt von der Ausbreitung und Wahrnehmung des Lichtes und zergliedert sich in vier Kapitel: Das erste Kapitel behandelt die ungestörte Ausbreitung des Lichtes, das zweite die gestörte Ausbreitung, Reflexion und Brechung, das dritte die Absorption, Emission und die diese begleitenden Erscheinungen, das vierte Kapitel verbreitet sich über die Wahrnehmung des Lichtes. Im zweiten Abschnitt, welcher der „Theoretischen Optik“ gewidmet ist, finden wir folgende vier Kapitel: Interferenz und Beugung des Lichtes, die Polarisation, die Doppelbrechung und die Interferenz des polarisierten Lichtes. Nicht behandelt ist die sogen. angewandte Optik, wie denn auch Verfasser davon abgesehen hat, seinem der reinen Physik gewidmeten Werke die Errungenschaften der technischen Physik einzuverleiben, vielmehr hält er die physikalische Technologie für viel zu bedeutend, als dass er diese Disziplin in seinem Werke in dürftigen Strichen skizzieren möchte. Das sorgfältig bearbeitete und sehr vollständige Werk ist bestens zu empfehlen. *B.*

Eingesandt.

Einen recht praktischen und handlichen **Führer durch Paris und die Ausstellung** hat die Firma *Helios Elektrizitätsaktiengesellschaft*, Köln-Ehrenfeld, soeben herausgegeben. Dieser Führer ist nicht nur wegen seiner Uebersichtlichkeit, Vollständigkeit und dabei knappen Form besonders empfehlenswert, sondern er wird auch deshalb eine sehr willkommene Gabe sein, als er den Text gleichzeitig in deutscher und französischer Sprache enthält. Dem recht geschmackvoll ausgestatteten Führer werden nicht nur zahlreiche Abbildungen beigegeben, sondern es sind ihm auch eine gute Karte von Paris und ein genauer Plan der Ausstellung eingefügt. Die Firma *Helios Elektrizitätsaktiengesellschaft*, Köln-Ehrenfeld, war so liebenswürdig, allen unseren Lesern diesen Führer gratis und franko zur Verfügung zu stellen, und wir bieten diejenigen unserer Leser, welche von diesem Anerbieten Gebrauch zu machen beabsichtigen, sich unter Bezugnahme auf unser Blatt an die Firma *Helios Elektrizitätsaktiengesellschaft*, Köln-Ehrenfeld, zu wenden.

Permanente Automobilausstellung in Berlin. Zum Zwecke der Errichtung einer permanenten internationalen Automobilausstellung in Berlin hat sich auf Grund einer von Graf *Talleyrand-Périgord* gegebenen Anregung eine Gesellschaft gebildet, welche vor kurzem als *„Automobilausstellung“*, *Gesellschaft mit beschränkter Haftung*, in Berlin ins Leben getreten ist. Die Ausstellung, welche den Zweck hat, den Käufer mit dem Verkäufer in enge Berührung zu bringen und hierdurch Handel und Industrie auf dem Gebiete der Motorfahrzeuge zu beleben, wird sich erstrecken auf Motorwagen für den Personen- und Lastenverkehr, auf Motorfahrräder mit Anhängewagen, sowie Bestandteile derselben, Armaturen, Zeichnungen, Modelle u. s. w. Die Ausstellung selbst hat die günstigste zentrale Lage, sie ist unmittelbar beim Bahnhof Friedrichstrasse gelegen, kann daher mittels Eisenbahn, Strassenbahn oder Omnibus von jedem Punkte der Stadt aus leicht erreicht werden. An diesem Unternehmen bethätigen sich die massgebendsten Persönlichkeiten der Finanz, der Grossindustrie und des Sports wie *v. Bleichröder*, *Löwe*, *Ravené*, Graf *Strachwitz*, *Herz*, *Caro*, Graf *Schönborn*, *Friedheim*, *Felix Simon*, Graf *Lüttichau*, *Landau*, *Pringsheim*, *Friedländer*, *v. Rabe* u. a. Die Ausstellung wird von den Fabrikanten aller Industriestaaten beschickt und trägt daher den Charakter einer permanenten internationalen Ausstellung. Die Bureaux der Direktion befinden sich in Berlin NW., Dorotheenstr. 6, woselbst nähere Auskünfte bereitwilligst erteilt werden.

Arnold Bergsträsser Verlagsbuchhandlung (A. Kröner) Stuttgart.
Druck der Union Deutsche Verlagsgesellschaft ebendaselbst.

DINGLERS
POLYTECHNISCHES JOURNAL.

81. Jahrg.. Bd. 315. Heft 17. Stuttgart, 28. April 1900.

Jährlich 52 Hefte in Quart. **Abonnementspreis** vierteljährlich 6 M., direkt franko unter Kreuzband für Deutschland und Oesterreich 6 M. 65 Pf., für das Ausland 7 M. 30 Pf. Redaktionelle Sendungen und Mitteilungen bittet man zu richten: An die Redaktion von „Dinglers Polytechn. Journal" in Stuttgart, die Expedition betreffende Schreiben an Arnold Bergsträsser Verlagsbuchhandlung (A. Kröner) Stuttgart.



Die Entwickelung der Kriegsflotte Englands.

(Schluss von S. 245 d. Bd.)

Wir wollen nach der Betrachtung dessen, was für England auf dem Spiel steht, zu der weiteren Verfolgung des Ganges der Flottenvermehrung zurückkehren, und bringen unseren Lesern zu dem Ende in der jetzt folgenden Tabelle III eine Zusammenstellung über die jährliche Vermehrung der Schiffszahl im letzten Jahrzehnt.

Tabelle III.

Jahr	Regierungswerft Schiffszahl	Regierungswerft t	Unternehmerwerft Schiffszahl	Unternehmerwerft t	Zusammen Schiffszahl	Zusammen t
1890	8	22 520	13	42 475	21	64 995
1891	8	68 100	10	39 150	18	107 250
1892	9	50 450	13	90 750	22	141 200
1893	9	32 400	5	1 910	14	34 310
1894	8	26 700	19	4 825	27	31 525
1895	8	70 350	28	66 412	36	136 762
1896	9	71 970	26	36 515	35	108 485
1897	4	31 885	22	34 111	26	65 996
1898	4	60 000	20	63 500	24	123 500
1899	Infolge des Strikejahres fehlen Angaben.					

Im Januar 1899 waren zur Probe fertig:

5 Schlachtschiffe mit	85 000 t
1 Kreuzer I. Klasse mit . . .	7 500 t
3 Kreuzer II. Klasse mit . . .	10 500 t
Zusammen 9 Kriegsschiffe mit .	103 000 t
Im Bau begriffen:	
17 Torpedojäger mit	5 400 t
39 weitere Kriegsschiffe mit . .	314 220 t
Zusammen 65 Kriegsschiffe mit .	422 600 t

Neubewilligt wurden:

	Schlachtschiffe	Kreuzer Panzer	Kreuzer II. Kl.	Kreuzer III. Kl.	Torpedo, Kanonenboote und Schaluppen	Gesamtzahl der Schiffe	Gesamtverdrängung in t
1899/1900	2	2	3	—	2	9	84 600
1900/1901	2	6	1	—	6	15	104 900
					Zusammen	24	189 500

Im Bau begriffen sind augenblicklich (1. April 1900):

17	Schlachtschiffe I. Kl. .	mit etwa 220 000 t	Verdrängung
20	Panzerkreuzer . . .	„ „ 208 000 t	„
1	geschützter Kreuzer I. Kl.	„ „ 11 000 t	„
2	geschützte Kreuzer II. Kl.	„ „ 12 000 t	„
1	geschützter „ III. Kl.	„ „ 2 200 t	„
8	Schaluppen	„ „ 5 000 t	„
2	Flusskanonenboote . .	„ „ 260 t	„
4	Torpedoboote . . .	„ „ 2 100 t	„
21	Torpedojäger . . .	„ „ 6 300 t	„
1	königl. Jacht . . .	„ „ 11 000 t	„
77	Kriegsschiffe	mit etwa 477 860 t	Verdrängung

Mithin stellt die Schiffszahl eine recht ansehnliche Seemacht vor, was jedoch nicht verhindert, dass dem *Engineering* das Wort entfährt — *„aber auch nicht ein Schiff zu viel"*.

Fertig wurden also von Januar 1899 bis 1. April 1900 12 Kriegsschiffe mit etwa 134300 t Verdrängung.

Die Leistungsfähigkeit der Unternehmerwerften Englands für die Kriegsflotte litt in den letzten 2 Jahren einmal unter dem Maschinenbaustrike des Jahres 1897, der es nötig machte, dass Stapelläufe bis zu 15 Monaten hinausgeschoben werden mussten, weil die Maschinen fehlten: sodann unter der überaus starken Beanspruchung für den Bau der Handelsmarine, der diesen Werften mehr Gewinn versprach, als die Regierungsaufträge. Im Schiffbau erreichte 1898 die Fertigstellung in England die Gesamthöhe von 1211 Schiffen mit 1600000 t Verdrängung (derzeit besass Deutschland 3600 Schiffe mit 1500000 t Tragfähigkeit), im Jahre 1899 stiegen diese Zahlen auf 1299 Schiffe mit 1753757 t Verdrängung. Auf die Regierungswerften entfallen davon 1898 70955 t, 1899 69100 t. Im Kriegsschiffbau traten auf den Unternehmerwerften traurige Erscheinungen zu Tage. War einmal die Unmöglichkeit geschaffen, die übernommenen Kriegsschiffbauten überhaupt zu beginnen, so trat andererseits auch eine Verzögerung in Anlieferung der Rohstoffe ein; es zeigte sich z. B., dass die Panzerplattenwerke gar nicht im stande waren, den geforderten Ansprüchen zu genügen; dazu kam dann noch die Unmöglichkeit, genügend eingeschulte Arbeitskräfte für diese gewaltige Arbeitsmasse zu beschaffen, und so trat bei den Unternehmern zu einem anfänglichen Verlust von 16 Millionen Mark im Laufe der letzten Jahre ein weiterer von 28 Millionen hinzu. Diese Thatsachen scheinen für die Leistungsfähigkeit der betreffenden Werften auf dem Gebiete des Kriegsschiffbaus gerade nicht günstig zu sprechen.

Zum grossen Teil jedoch liegt die Schuld an der Regierungsbeamtung, wie später gezeigt werden soll.

Auf den Regierungswerften stellte sich allmählich ein immer besseres Verhältnis heraus, sowohl was Leistungsfähigkeit als auch was die Herstellungskosten anbetrifft.

Die Gesamtkosten für 1 t schwimmende Verdrängung, also Schiff—Maschine—Bewaffnung, stellt sich für ein Schlachtschiff

in England	auf	1420 M.
in Frankreich	„	1800—1900 „
bei einem früheren Turmschiffe in Deutschland	„	1440 „
in Russland	„	2000 „
für einen Panzerkreuzer der Cressy-Gattung in England	„	1290 „

für ein gleiches Schiff in den anderen oben erwähnten Staaten in demselben Verhältnis teurer wie beim Schlachtschiff.

England und Deutschland — wenn letzteres nicht den Schweiss des Volkes, der doch hier mit zur Auszahlung

kommt, durch unverantwortlich hohe Preise, die es für Nickelstahl zu zahlen im Begriff stehen soll, der Grossindustrie in den Schoss wirft — würden also ihre Schiffe 30 % billiger bauen wie Frankreich und 40 % billiger wie Russland, was auch jedenfalls in Anbetracht der hohen Leistungsfähigkeit, zu welcher die Schiffbaukunst in diesen beiden Ländern — England und Deutschland — ausgebildet ist, richtig sein mag.

Ueber die Leistungsfähigkeit der Regierungswerften möge folgende Zusammenstellung einen Anhalt geben.

Tabelle IV.

Werften	1896 Anzahl der gebauten Schiffe	1896 Verdrängung in t	1897 Anzahl der gebauten Schiffe	1897 Verdrängung in t	Während 8 Jahre Anzahl der gebauten Schiffe	Während 8 Jahre Verdrängung in t	Jahresdurchschnitt. Verdrängung in t
Portsmouth . .	3	26 300	1	12 950	13	121 635	15 204
Chatham . . .	1	14 900	1	5 800	12	100 330	12 541
Pembroke . .	1	14 900	1	11 000	9	78 915	9 864
Devonport . .	2	11 600	—	—	16	52 500	6 562
Sheerness . .	2	4 270	1	2 135	13	20 995	2 624

Erwägen wir, dass die Durchschnittszahl die anfängliche Leistung weit überschreiten wird, so ergibt sich, dass dieselbe sich überall annähernd verdreifacht hat.

Ueber die Herstellungskosten geben wir in Tabelle V einen Ueberblick.

Die obigen Daten, einem Vortrag von *Francis Elgar*, Vizepräsident und Direktor der königl. Schiffswerften a. D., entnommen (*Engineering*, Juli 1897), sprechen Bände in sich selbst.

Da ist zuerst der gewaltige Unterschied in Spalte „a" bei den Schlachtschiffen I. Klasse zwischen Ausführung auf Regierungswerften und Unternehmerwerften, welche etwa 91 975 Pfd. Sterl. zu Gunsten des Regierungsbetriebes ausmacht, und bei der Magnificent-Gattung sich auf 23 544 Pfd. Sterl. stellt; es enthalten zwar die Preise der Unternehmerwerften die Gewinne und Verluste, aber trotz der höheren Preise war die Klage allgemein, dass ganz bedeutende Verluste entstanden seien; so klagten die *Thames Iron Works*, dass sie an den drei Schiffen „*Blenheim*", „*Grafton*" und „*Theseus*" 100 000 Pfd. Sterl. (2 Millionen Mark) zusetzte, und liessen ein durch den Vorsitzenden der Gesellschaft, *Arnold F. Hills*, gezeichnetes, in den schärfsten tadelnden Ausdrücken gehaltenes Flugblatt an alle Mitglieder des Unterhauses verteilen. Bald darauf folgte *Earle's Schiffsbaugesellschaft* und zuletzt *Napier* mit ähnlichen Klagen, dass das Geld verschwinde unter der langsamen und sinnlosen Methode, wie von Whitehall (Admiralitätssitz) der Geschäftsgang betrieben würde[8]). Nach 5 Jahren dann erklärt die englische Admiralität durch ihre ersten Räte

[8]) Wie bald Geld und Verdienst dahin schwinden, mag auch die Darlegung der Amerikanischen Schiffsbaugesellschaft von *Cramp* bestätigen, die allein durch Verzögerung in der Anlieferung von Panzerplatten bei dem Bau des geschützten Kreuzers *New York* 42 000 Pfd. Sterl. zusetzte.

Tabelle V.

Herstellungskosten verschiedener Kriegsschiffsgattungen auf Regierungs- und Unternehmerwerften.

Namen der Schiffe	Gattung der Schiffe	Gebaut auf Regierungswerft R.-W. Unternehmerwerft U.-W.	Kosten eines Schiffes ohne Ersatzstücke, Lafetten und Bewaffnung (Kanonen u. s. w.) a Körperdeckeinrichtung. Innere Ausstattung	b Treibvorrichtung und Maschine	c Lafetten und Torpedorohre	d Dampfbeiboote	e Admiralitätsaufsicht	f Mittlere Gesamtkosten, entsprechend der Seeverteidigung Voranschlag	g Unvorhergesehenes	h Mittlere Gesamtkosten für ein Schiff	Gewicht vom Körper wie unter a	Mittlere Verdrängung eines Schiffes
			Pfd. St.	Pfd. St.	Pfd. St.	Pfd. St.	Pfd. St.	Pfd. St.	Pfd. St.	Pfd. St.		t
Hood, Empress of India, Royal Sovereing, Repulse, Ramillies, Resolution, Revenge, Royal Oak	I. Klasse Schlachtschiffe	R.-W.	592 704	102 316	80 281	7430	—	782 738	60 859	843 590	9640 einschl.	14 150
		U.-W.	682 978	97 645	77 908	6365	8068	872 962	9 830	882 792	3200 Panzer	14 150
Royal Arthur, Crescent	I. Klasse geschützte Kreuzer. Komposit m. Kupferhaut	R.-W.	231 805	96 693	28 496	6022	—	363 061	34 010	397 026	4435	7 750
Gibraltar, St. Georg		U.-W.	234 256	97 238	29 943	3505	4246	369 188	4 993	374 181	—	7 750
Edgar, Hawke	I. Klasse geschützte Kreuzer. Stahlhaut	R.-W.	224 398	102 914	32 947	4181	—	364 440	37 791	402 231	4085	7 350
Endymion, Grafton, Theseus		U.-W.	223 521	95 340	29 233	3850	3633	355 577	4 988	360 565	—	7 350
Aeolus. Brilliant	II. Klasse geschützte Kreuzer. *Aeolus*-Gattung. Komposit m. Kupferhaut	R.-W.	118 226	60 466	11 022	660	—	190 374	24 096	214 470	1940	3 600
Indefatigable, Intrepid, Iphigenia, Pique Rambow, Retribution, Sirius, Spartan		U.-W.	106 947	66 088	9 153	644	1202	184 034	2 597	186 331	—	3 600
Apollo. Andromache	II. Klasse geschützte Kreuzer. *Apollo*-Gattung. Stahlhaut	R.-W.	98 179	67 090	9 080	689	—	175 038	14 734	189 772	1740	3 600
Latona, Melampus, Naiad, Sappho, Scylla, Sybille, Terpsichore, Thetis, Tribune		U.-W.	97 130	64 804	9 184	633	1034	172 785	2 151	174 936	1250	3 600
Pallas. Pearl, Philomel, Phoebe	III. Klasse Kreuzer. *Pallas*-Gattung	R.-W.	77 280	54 898	7 618	667	—	140 463	16 759	157 222	—	2 575
Katoomba, Mildura, Wallaroo, Tauranga, Ringarooma		für Austral. geb. U.-W.	64 234	46 421	10 642	—	1753	123 050	—	123 050	—	2 575
Alarm. Antilope, Circe, Hebe, Leta	Torpedokanonenboote *Alarm*-Gattung	R.-W.	28 257	23 984	5 625	434	—	58 300	8 015	66 315	385	810
Jaseur, Jason, Niger, Onyx, Renard Speedy		U.-W.	25 663	20 077	4 660	430	846	51 676	742	52 418	—	810
Magnificent. Majestic	I. Klasse Schlachtschiffe *Magnificent*-Gattung	R.-W.	641 933	85 301	101 630	6000	—	835 364	73 617	909 041	—	15 140
Jupiter, Mars		U.-W.	665 477	88 947	99 297	6000	—	859 721	20 400	880 121	—	15 140

Hamilton und *Spencer* den Lieferanten, dass sie dem Fall ihre ganz ernstliche Aufmerksamkeit zuwenden wolle, wenn dieselben alle gesetzlichen Forderungen, welche sie unter der Schiedsgerichtsklausel stellten, ohne irgend welchen Rückhalt zurückziehen [9]).

Ein Verfahren, welches *Engineering* mit „Familienwäsche“ vergleicht, und gegen welches er sich als gegen die Geldinteressen des Volkes verstossend, wohl mit vollem Recht ausspricht.

In der Spalte „g“, Unvorhergesehenes, sind schliesslich die Unternehmerausgaben überall so niedrig angesetzt, dass man zu der Vermutung kommen muss, dass dieser Ansatz bei den Regierungsarbeiten nicht zu rechtfertigen sei, und dort Ausgaben verrechnet sind, die ordnungsgemäss, oder besser gesagt, zum Vergleich mit den Unternehmerpreisen, anderswohin hätten gebucht werden sollen.

Uebrigens zeigt die Tabelle ganz klar, dass die Unternehmerwerft auch nur im Panzerbau weniger leistungsfähig ist.

Was die Durchschnittspreise anbelangt, so sei erwähnt, dass die Preise der Einzelausführungen sehr oft weit auseinander liegen, was um so mehr verwundern muss, als die Rohstoffpreise für Regierung und Unternehmung die gleichen sind, ebenso die Arbeitslöhne, namentlich wo Stückpreise in Betracht kommen; es hat sich da eine ungesuchte Einheitlichkeit ergeben, und wo an einigen Stellen sich höhere Löhne zeigten, da ergab sich auch eine höhere Leistung, so dass der Ausgleich wieder hergestellt war.

Bei den hohen Kosten der Panzer kommt vor allem der Preis des heutigen Rohstoffs des Nickelstahls in Betracht, welcher die Panzerung — unter der Berücksichtigung, dass das auf die Flächeneinheit ersparte Gewicht durch Vergrösserung der Fläche wieder verloren geht — doppelt so teuer macht, wie vor 20 bis 30 Jahren, während die Kosten für den eigentlichen Körper, wie nachfolgende Tabelle VI zeigen mag, bedeutend zurückgingen.

Tabelle VI.

Ueber Bearbeitungskosten für 1 t Gewicht des Körpers samt Ausrüstung und Einrichtung (ausschliesslich Panzer und Panzerdeck) bei folgenden auf den Regierungswerften gebauten Schiffen.

Schlachtschiffe				Kreuzer			
Name	Bauzeit	Bearbeitungskosten für 1 t		Name	Bauzeit	Bearbeitungskosten für 1 t	
		Pfd. St.	sh.			Pfd. St.	sh.
Ajax	1876-85	46	10	Iris	1875-79	44	4
Agamemnon	1876-85	46	4	Mercury	1876-83	50	0
Edinburgh	1879-87	53	18	Canada*	1879-83	44	0
Colossus	1879-86	57	8	Cordelia*	1879-84	42	18
Conqueror	1879-86	48	14	Calypso*	1881-85	44	10
Impérieuse*	1881-86	51	14	Calliope*	1881-86	40	0
Warspite*	1881-88	48	0	Mersey	1883-87	41	18
Collingwood	1880-87	49	14	Severn	1884-88	38	18
Rodney	1882-88	50	14	Thames	1884-91	40	4
Howe	1882-88	44	12	Forth	1884-91	39	12
Camperdown	1882-89	45	16	Medea	1887-90	31	8
Anson	1883-89	42	16	Medusa	1887-90	31	10
Hero	1884-88	44	8	Melpomene*	1888-90	31	8
Trafalgar	1886-90	36	6	Blanche*	1888-91	38	10
Nile	1886-91	38	18	Blonde*	1888-91	37	14
				Barrosa*	1888-91	34	12
Royal Sovereing	1889-92	32	0	Barracouta*	1888-91	36	4
				Barham	1888-91	34	18
				Pallas	1888-91	33	2
				Royal Arthur*	1890-93	36	14
				Crescent*	1890-93	33	4

* Unter Wasser — Komposite und gekupfert.

[9]) Hier sei noch erwähnt, dass die *Norddeutsche Schiffbau-Aktiengesellschaft* bei dem Bau der ersten Kaiserjacht *Hohenzollern* (jetzigen *Kaiseradler*) allein 400 000 M. über den Vertragspreis zulegte — welcher Betrag dann später im Reichstag nachbewilligt wurde —, aber doch noch jeden Verdienst ausschloss, nur weil in der unpraktischsten Weise von Seiten der Regierungsbeamten Ansinnen gestellt wurden, die sich mit einem geordneten und gewinnbringenden Geschäftsgang nicht vereinbaren lassen; so mussten z. B. ganze Kajütenwände aus Mahagoniholz von Kiel nach Berlin wandern, um dort als Muster begutachtet zu werden.

Diese Erscheinungen treten auch heute noch bei Beamtungen zu Tage, und kann nicht dringend genug gebeten werden, in Anbetracht des zu fördernden Wohlstandes, alles zu thun, um Verluste in dieser Richtung zu vermeiden.

Ein rühmenswerter Fortschritt ist auch in der Verkürzung der Herstellungsfrist, früher 7 bis 8 Jahre, jetzt 2 bis 3 Jahre, zu suchen, der nicht unwesentlich zu frischem Voranarbeiten des Arbeiters beiträgt, den nichts mehr erschlafft, als ein verzögertes Schaffen und fortwährendes Aendern.

In Tabelle VII geben wir einen Ueberblick über die Grösse der englischen Flotte, wie sie sich nach Fertigstellung aller angeführten Schiffe, ausschliesslich der 77 im Bau befindlichen, ergibt.

So hat sich denn, da durch Englands Vorgang auch die Festlandsmächte gezwungen waren, sich einer so überlegenen Seemacht gegenüber entsprechend zu rüsten, ein Krieg in den Kriegsausgaben herausgebildet, den folgende Zahlen veranschaulichen mögen.

Es zahlt jährlich für Heer und Marine:

		vom Gesamthandel des jedesmaligen Landes
England [10]) .	900 Mill. M. [10]) = 3,7 % und zwar	
	1,8 % für Marine, 1,9 % für Heer	
Russland .	890 Mill. M. = 29,3 % und zwar	
	4,3 % für Marine, 25,0 % für Heer	
Deutschland	820 Mill. M. = 10,2 % und zwar	
	1,5 % für Marine, 8,7 % für Heer	
Frankreich .	840 Mill. M. = 14,5 % und zwar	
	3,4 % für Marine, 11,1 % für Heer	
Zusammen .	3450 Mill. M.	

Man kann der Aeusserung eines Mitgliedes der französischen Regierung: „Welch ein Albdruck für moderne Zivilisation“, die er einem Berichte über den Regierungshaushalt hinzufügte, nur beipflichten.

Wie wird diese Last weiter ertragen werden können? Englands Lage und die Art und Weise, wie es den Kampf herauf beschworen hat, um seine 22 % am Handel der Welt nicht fahren zu lassen — denn dass es zu diesem Ende bereit ist, den drei Ecken der Welt, an welcher es sich schmeichelt, die vierte selbst zu sein, den Kampf anzubieten, gesteht es selbst ein; ja man geht so weit, dass in einem sonst ruhigen englischen Blatte bei Erwägung des relativen Ausfalls von 200 Millionen Pfd. Sterl. im Welthandel die Aeusserung Aufnahme fand, dass schon um geringere Dinge ein Krieg geführt sei und es sich noch frage, ob nicht auch hier die Entscheidung durchs Schwert angebracht sei; diese Aeusserung war doch wohl gegen Deutschland gerichtet, und zeigt am besten, was dasselbe zu erwarten hat, wenn es zu seinem jetzt 11 % betragenden Anteil am Welthandel neue Anteile hinzuerwirbt, ohne sich auch zur See ebenbürtig zu rüsten.

England ist zur Zeit ein sehr reiches Land — es beträgt die Staatsschuld nur 5 % des Volksvermögens (in Händen der Gesamtheit befindlich) — und ist schon im stande, noch auf lange Zeit hinaus das Geld für seine Schiffsbauten leicht auftreiben zu können [11]).

[10]) Hier ist für 1900 schon die Milliarde um 1/10 überschritten und die Höhe von 1100 Millionen erreicht; dazu kommen dann die besonderen Kriegskosten und Truppentransporte.

[11]) *Engineering* bringt darüber folgende Betrachtung: 1896 betrug das Volksvermögen in

England	5800 M.,
Frankreich	4840 „
Deutschland	3000 „

auf den Kopf der Bevölkerung. Dagegen betrug die Staatsschuld in Frankreich 12 %, in England 5 %.

England hat seine Staatsschuld mit 8 M. auf den Kopf der Bevölkerung zu verzinsen, während bei einer Höhe von 12 % — wie in Frankreich — diese Verzinsung sich auf 20 M. steigern würde. Wollte England also seine Bevölkerung ebenfalls in derselben Höhe — wie Frankreich es muss — belasten, so könnte es jährlich noch weitere 480 Millionen Mark für seine Flotte ausgeben.

Tabelle VII. Englische Kriegsflotte.

	Name der Gattung	Anzahl	Baujahre	Körper					Maschinen						Gürtel	Kasematte	Turm	Querschott	Deck	Bewaffnung A = Armstrong ℔ Rk = Revolverkan. H = Hotchkiss Kk = Kleinkaliber M = Maxim Sf = Schnellfeuer	Torpedo-schleuderrohre	Bemannung	Von allen Schiffen der Gattung Gesamt-		
				Baustoff	Länge	Breite	Tiefgang	Verdrängung	PSi	Fahrgeschwindigkeit		Schraube	Kohlenvorrat	Maschinengewicht									Verdräng.	PSi	Bemannung
					m	m	m	t		Knoten	km	Anzahl	t	t	mm	mm	mm								
Panzerturm, Barbette-Schlachtschiffe	Collingwood	6	82/86	Stahl	101 99	21	8,3	10 300	11 900	17,0	31,5	2	1200	—	—	457	355	406	76	IV 13,5" (67 t) VI 6" XIX Sf VII M	5	450	61 990	68 834	2752
	Royal Sovereing	7	91/92	„	116	23	8,8	14 150	11 500	18,0	33,4	2	1400	—	457	—	432	406	76	IV 13,5" (67 t) X 6" Sf XVI 6 ℔ Sf IX 3 ℔ Sf VIII M oder Rk	7	620	99 300	82 220	4543
	Magnificent	9	95/96	„	119	23	8,4	15 140	12 500	18,0	33,4	2	1900	1300	228	460	355	360	100	IV 12" (45 t) XII 6" Sf XVI 12 ℔ XII 3 ℔ VIII M	5	757	136 260	110 570	6842
	Barfleur	2	92	„	110	21	7,8	10 500	13 550	18,5	34,3	2	750	—	305	—	150	200	70	IV 10" (29 t) X 4,7" XX 6 ℔ und 3 ℔ Sf VII M	7	620	21 000	26 730	1240
	Renown	1	95	„	116	22	8,2	12 500	13 000	18,7	34,7	2	1600	—	200	152	254	254	76	IV 10" (29 t) X 6" Sf XX 6 ℔ und 3 ℔ Sf VII M	5	674	12 500	13 000	674
	Canopus	6	97/1900	„	126	22,5	8,3	12 950	13 500	18,8	34,8	2	1800	1290	152	152	305	305	70	IV 12" XII 6" Sf XII 12 ℔ u. VI 3 ℔ Sf VIII M	4	750	77 400	81 000	750
	Formidable	11	98/1900	„	126 127	22,5	8,3	15 000 14 000	15 000 18 000	19,0	35,2	2	1800	1400	254	152	355	305	70	IV 12" XII 6" Sf XVIII 12 ℔ u. XII 3 ℔ Ir	4	750	250 000	180 000	8250
	Sanspareille, Trafalgar, Nile, Hood	4	87/91	„	104 105 116	21 22 23	8,5	10 470 12 440 14 000	13 000	17,7	32,0	2	1200	—	508	508	457	406	76	IV 13,5" (67 t) VI 4,7" Sf XVII 3 ℔ Sf IV M	8	520	49 500	52 300	2283
Aeltere Panzerturmschlachtschiffe	Monarch, Devastation, Neptun, Dreadnaught, Inflexible, Agamemnon, Colussus	10	68/80	Eisen	87 100	17 21	7,45 8,8	8 660 11 800	6 360 8 200	13,2 b. 15,5	24,5 b. 28,7	2 à 1 2	630 b. 1500	— —	—	457	406	406	76	Wertlos	2	460	—	—	—
Aeltere Kasemattpanzer	Bellrophon	14	65/78	„	92	17	8,2	7 550	6 520	14,3	26,5	1	645	—	152	152	—	114	25	do.	2	563	—	—	—
	Penelope				79	15	5,3	4 470	4 700	12,7	23,5	2	473	—	152	152	—	114	9		2	357	—	—	—
	Hercules				99	18	8,07	8 680	8 500	15,0	27,8	1	750	—	229	252	—	127	9		4	630	—	—	—
	Andacious				85	16	7,21	6 010	4 830	13,2	24,5	2	500	—	203	152	—	102	—		4	490	—	—	—
	Swiftspure				85	17	8,48	6 910	5 110	12,5	23,2	1	550	—	203	152	—	102	—		3	473	—	—	—
	Sultan				99	19	8,41	9 290	8 244	15,3	28,3	1	900	—	229	203	—	152	9		4	630	—	—	—
	Alexandra				99	19	8,10	9 490	8 610	15,0	27,8	2	676	—	305	203	—	152	51		4	674	—	—	—
	Superb				101	18	7,92	9 170	8 700	14,8	27,4	1	970	—	305	254	—	178	48		5	620	—	—	—
	Temeraire				87	19	8,2	8 540	7 520	13,5	25,0	2	900	—	279	203	254	127	51		4	534	—	—	—
	Belleisle				75	16	6,4	4 870	4 040	12,2	22,6	2	513	—	305	254	—	241	76		4	231	—	—	—
Panzerbatterien	Black Prinz, Achilles	5	61/66	„	116	18	8,10	9 300	5 770	13,6	25,1	1	750	—	114	114	—	114	12	do.	4	744	—	—	—
	Agincourt, Minotaur, Northumberland				122	18	8,5	10 700	6 800	14,0	26,0	1	750	—	140	140	113	114	13		4	744	—	—	—
Kreuzer mit gepanzert. Kasem.	Shannon	1	75	„	79	16	7,5	5 400	3 400	12,3	22,7	1	560	—	229	229	—	203	38	do.	2	454	—	—	—
	Nelson, Northhampton	2	76	„	85	18	7,5	7 630	6 100	13,2	24,5	2	1150	—	229	229	—	229	76		4	560	—	—	—
Barbette-Turm kreuzer	Imperieuse, Warspite	2	83/95 84/96	„ „	96	19	8,76	8 400	10 000	16,7	31,0	2	1200	—	254	—	229	203	76	IV 9,2" (22 t) VI 6" Sf XII Sf II M	6	559	16 800	20 220	1073
Panzerkreuzer	Orlando	7	86/87	Stahl	91	17	7,66	5 600	8 800	18,5 19,0	34,3 35,2	2	900	—	254	—	250	406	76	II 9,2" (22 t) X 6" Sf XVI Sf VI M	4	484	39 200	61 950	3388
	Cressy	6	1900	„	134	21	8,90	12 500	21 000	21,0	38,0	2	2000	—	152	—	152	125	76	II 9,2 (22 t) XII 6" Sf XIV 12 ℔ Sf V 3 ℔ Sf	2	484	75 000	126 000	2904
	Neu	6	—	„	168	22	8,90	14 100	30 000	23,0	42,7	2	2500	—	152	—	152	125	76	II 9,2 (22 t) XII 6" Sf XIV 12 ℔ Sf V 3 ℔ Sf	2	484	84 600	180 000	2904

Klasse	Name der Gattung	Anzahl	Baujahre	Körper: Baustoff	Körper: Länge	Körper: Breite	Körper: Tiefgang	Körper: Verdrängung	Maschinen: PSi	Maschinen: Fahrgeschwindigkeit Knoten	Maschinen: Fahrgeschwindigkeit km	Maschinen: Schraube	Maschinen: Kohlevorrat	Maschinen: Maschinengewicht	Gürtel	Kasematte	Turm	Querschott	Deck	Bewaffnung (A = Armstrong, H = Hotchkiss, M = Maxim, ℔ Rk = Revolverkan., Kk = Kleinkaliber, Sf = Schnellfeuer)	Torpedoschleuderrohre	Bemannung	Von allen Schiffen der Gattung Gesamt: Verdräng.	Gesamt: PSi	Gesamt: Bemannung
					m	m	m	t		Knoten	km	Anzahl	t	t	mm	mm	mm								
Küstenbatterien	Conqueror, Hero	2	82/85	Stahl	82	18	7,32	6 200	6 000	15,5	28,7	2	650	—	305	305	305	292	64	II 12" (45 t) IV 6" XII Sf V M	6	305	12 400	12 160	589
	Scorpion, Wivers	2	63	Eisen	68	13	5,0	2 750	1 450	10,5	19,5	1	320	—	114	—	127	—	—	Wertlos	—	150	—	—	—
	Hottspur	3	70/72		72	15	6,4		3 060	12,5	23,2					203	216	203	70	Wertlos	2	186	—	—	—
	Rupert			„	76	16	7,2	5 000	6 000	14,5	26,9	2	560	—	305	203	216	—	70	Wertlos	4	237	—	—	—
	Glatton					17	5,8		2 870	12,0	22,2					305	355	—	76	Wertlos	2	194	—	—	—
	Cyclop	4	71	„	69	14	5,0	3 480	1 660	10,7	19,9	2	270	—	203	229	254	—	38	Wertlos	—	175	—	—	—
	Magdala	1	69	„	68	13	4,6	3 340	1 440	10,4	19,3	2	120	—	203	229	254	—	19	Wertlos	—	—	—	—	—
	Terror (Bermudos)	1	55	„	57	15	2,7	1 844	—	—	—	1	—	—	101	—	—	—	—	Wertlos	—	67	—	—	—
Kreuzer I. Klasse	Blake, Blenheim	2	89/90	Stahl	116	20	8,15	9 000	20 000	21,0	38,0	2	1500	—	—	—	—	—	152	II 9,2" (22 t) X 6"Sf XVI 6 u. 3 ℔ II 1 ℔ VII M	6	554	18 000	40 000	1 108
	Edgar	5	90/92	„	110	18	7,8	7 350	13 000	21,0	38,0	2	850	—	—	—	300	—	127	II 9,2" (22 t) X 6"Sf XIX Sf (6 und 3 ℔) VII M	4	544	36 750	63 700	2 720
	Royal Arthur	4	91/92	„	110	18	7,8	7 500	12 000	20,0	37,0	2	850	—	—	—	300	—	127	II 9,2" XII 6" XII 6 ℔ V 3 ℔ VII M	4	560	31 000	48 000	2 240
	Powerfull Terrible	2	95	„	168	22	8,96	14 475	25 600	22,0	40,8	2	3000	—	—	—	152	—	100	II 9,2" XII 6" XVI 12 ℔Sf XII 3 ℔Sf IX M	4	900 840	28 950	51 400	1 740
	Niobe	10	97/1900	„	141	21	8,0	11 000	18 000	20,5	41,7	2	2000	—	—	—	—	—	100	XVI 6"Sf XIV 12 ℔Sf III 3 ℔Sf VIII Rk und M	3	700	110 000	176 000	7 000
Kreuzer II. Klasse	Inconstant	1	68	Eisen	103	15	7,8	5 780	7 360	16,2	30,0	2	750	—	—	—	—	—	—	Wertlos	2	500	—	—	—
	Actio u. Volago	2	69	„	82	13	6,5	3 080	4 200	15,1	28,0	1	410	—	—	—	—	—	—	Wertlos	2	205	—	—	—
	Raleigh	1	73	„	91	15	7,5	5 200	5 640	15,5	28,7	1	550	—	—	—	—	—	—	Wertlos	2	555	—	—	—
	Boadicea	1	75	„	85	14	7,2	4 140	5 130	14,7	27,3	1	570	—	—	—	—	—	—	Wertlos	2	396	—	—	—
	Iris u. Mercury	2	77/78	Stahl	91	14	6,7	3 730	7 200	18,0	33,4	2	780	—	—	—	—	—	—	XIII 5" IV Sf II 3 ℔Sf VI M	4	271	7 460	14 400	542
	Leander, Aretusa u. Phaeton	3	82/83	„	91	14	6,9	4 300	5 600	17,0	31,5	2	1000	—	—	—	—	—	38	X 6"Sf VIII 47 mmSf XII M	4	285	12 900	16 690	855
	Mersey	4	91	„	91	14	5,43	4 050	6 000	18,0	33,4	2	900	—	—	—	—	—	76	II 8" (13 t) X 6"Sf V Sf XII M	6	300	16 200	24 500	1 200
	Latona	21	91	8 mit Holzböden	91	13	5,7	3 600	9 000	20,0	37,0	2	400	—	—	—	—	—	51	II 6"Sf VI 4,7"Sf IX (6 u. 3 ℔)Sf IV M	4	273	73 600	193 900	5 733
	Bonaventure	8	93	Stahl	97	15	5,7	4 360	9 200	20,0	37,0	2	400	—	—	—	—	—	51	II 6"Sf VIII 4,7"Sf VIII 8 ä I 1 ℔Sf IV M	4	329	34 880	73 600	2 551
	Eclipse	3	94/95	„	107	16	6,55	5 600	9 850	20,0	37,0	2	1020	—	—	—	—	—	76	V 6"Sf VI 4,7"Sf IX 12 ä VI 3 ℔Sf IV M H Sf	3	450	16 800	29 520	1 350
	Venus	28	95/1900	„	107	16	6,3	5 600	9 850	20,0	37,0	2	1100	—	—	—	—	—	76	V 6"Sf VI 4,7"Sf IX 12 ℔ VII 3 ℔Sf IV M	3	450	156 800	275 800	12 600
	Arrogant	4	96/97	„	98	17,5	6,7	5 750	10 290	20,0	37,0	2	1000	—	—	—	—	—	75	IV 6"Sf VI 4,7"Sf VIII 12 ℔ III 3 ℔Sf H Sf V M	2	500	23 000	41 160	2 000
	Hermes	3	96/97	„	107	17,5	6,7	5 750	10 000	20,0	37,0	2	1000	—	—	—	—	—	75	XI 6"Sf IX 12 ä VI 3 ℔Sf V M	2	500	17 250	30 000	1 500
	Neue	3	1900	„	111	17,5	—	6 000	10 000	20,0	37,0	2	—	—	—	—	—	—	75	Fehlen Angaben	—	—	18 000	30 000	1 500 etwa
Kreuzer III. Klasse	Calliope	2	83/84	Eisen und Stahl	72	14	6,0	2 770	4 020	15,0	27,8	1	550	—	—	—	—	—	51	Wertlos	2	291	—	—	—
	Canada	6	78/81	Eisen, Stahl und Holz	69	14	5,8	2 380	2 340	13,0	24,0	1	470	—	—	—	—	—	38	Wertlos	2	270	—	—	—
	Pylades	4	81/84	Komposit	61	11	4,8	1 420	1 640	13,0	24,0	1	400	—	—	—	—	—	38	Wertlos	2	159	—	—	—
	Baracouta	4	89	Stahl	67	11	4,3	1 580	3 000	16,5	30,6	2	160	—	—	—	—	—	51	VI 4,7"Sf IV 3 ℔Sf II M	2	151	6 320	12 000	604
	Barham	2	89/90	„	85	11	4,5	1 830	6 000	19,5	36,1	2	140	—	—	—	—	—	51	VI 4,7"Sf IV 3 ℔Sf II M	2	151	3 660	12 000	302
	Megicienne	5	88	„	81	13	5,7	2 950	9 600	19,0	35,2	2	400	—	—	—	—	—	51	VI 6"Sf X Sf VI M	6	300	14 450	47 840	1 800
	Pandora	4	90	„	81	12	5,3	2 575	7 500	19,0	35,2	2	300	—	—	—	—	—	51	VIII 4,7"Sf VIII 3 ℔Sf II M	4	190	10 300	30 300	760
	Pelorus	11	96/1900	„	95	11	4,6	2 135	7 200	20,0	37,0	2	500	—	—	—	—	—	51	VIII 4"Sf VIII 3 ℔Sf III M	2	225	23 485	77 400	2 475
	Neues Progr.	3	—	„	Fehlen Angaben										—	—	—	—	51		2	225	6 600	24 000	675
	Archer	12	—	„		11	4,42	1 770	3 400	17,0	31,5	2	325	—	—	—	—	—	20	VI 6" VIII 47 u. 57 mmSf II M	5	150	21 240	22 800	1 872

A = Armstrong, H = Hotchkiss, M = Maxim, ℜRk = Revolverkan., Kk = Kleinkaliber, Sf = Schnellfeuer

Torpedoflotte	Name der Gattung	Anzahl	Baujahre	Körper: Baustoff	Körper: Länge (m)	Körper: Breite (m)	Körper: Tiefgang (m)	Körper: Verdrängung (t)	Maschinen: PSi	Maschinen: Fahrgeschwindigkeit (Knoten)	Maschinen: Fahrgeschwindigkeit (km)	Maschinen: Schraube (Anzahl)	Maschinen: Kohlenvorrat (t)	Maschinen: Maschinengewicht (t)	Gürtel (mm)	Kasematte (mm)	Turm (mm)	Querschott	Deck	Bewaffnung	Torpedoschleuderrohre	Bemannung	Von allen Schiffen der Gattung Gesamt: Verdräng.	Gesamt: PSi	Gesamt: Bemannung	
Kanonenboote	Rattlesnake, Grasshopper	4	86/87	Stahl	61	7	3,34	525 735	3 000 4 500	17,0 21,0	31,5 38,0	2	100	—	—	—	—	—	—	I 4"Sf VI 3 ℜSf	4 5à5	61	2 100	12 000	244	
Kanonenboote	Sharpshooter Speedy	22	89/93	„	70	8,3	3,43	810	3 890	19,0	35,2	2	100	—	—	—	—	—	—	II 4,7"Sf IV 3 ℜSf	3	91	17 990	92 300	1952	
Kanonenboote	Dryad	5	93/94	„	79	9	3,43	1 070	3 500	19,0	35,2	2	100	—	—	—	—	—	—	II 4,7"Sf IV 3 ℜSf	5	121	5 350	17 500	605	
Kanonenboote	Curlew Landrail	2	85/86	„	59	8,0	3,35	785	1 500	15,0	27,8	2	250	—	—	—	—	—	—	I 6" III 5" VII M	5	90	1 570	3 000	180	
Jäger	Daring	42	93/96	„	56 61	5,5 6,0	1,6 2,1	250	3 500 4 000	27,6	51,1	2	60	—	—	—	—	—	—	I 12"Sf V 6 ℜSf	2	50	10 500	157 500	2100	
Jäger	Desperate	65	—	„	64	6	2,2	300	6 000	30,0	55,6	2	?	—	—	—	—	—	—	I 12"Sf V 6 ℜSf	2	50	19 500	390 000	3250	
Jäger	Polyphemus	1	81	„	73	12	6,48	2 640	5 480	17,8	33,0	2	300	—	76	—	—	—	76		5	142	2 640	5 480	142	
Boote I. Kl.	Nach Nr.	89	77/1900	„	25 45	4	1,25 2,4	25 130	350 2 400	16,0 23,5	29,7 43,6	1	20 35	—	—	—	—	—	—	Etwa II Sf III M	2/5	18	—	—	1600	2/5 heisst hier 2 bis 5 u. s. w.
Boote II. Kl.	Nach Nr.	75	78/96	„	19	47 à 2 3	0,65 1,0	12 12 à 16	210	17,0	31,5	1	56 à 7 19 à 1	—	—	—	—	—	—	9 je II M übrigen I M	2	7	—	—	525	
Transportschiffe	Hecla	1	77	Eisen	119	12	7,40	6 400	2 265	11,7	23,7	1	2200	—	—	—	—	—	—	VIII M	4	245	13 020	14 265	632	
Transportschiffe	Vulcan	1	89	Stahl	106	17	7,30	6 620	12 000	20,2	37,4	2	1000	—	—	—	—	—	127	VIII 4,7"Sf XII 3 ℜSf	6	387				
Turbinenschiffe	Turbinia	1	96	„	31	2,8	—	44	1 576	31,0	55,8	3	—	—	—	—	—	—	—	* Mit je 2 Schrauben an jeder Welle und 2 Vorwärts- und 2 Rückwärtsturbinen, im ganzen 4 Turbinen u. 8 Schrauben.	—	—	—	—	—	
Turbinenschiffe	Viper	1	99	„	64	6,4	2,0	350	11 000	35,0	64,9	2*	—	161	—	—	—	—	—		—	—	—	—	—	
Kanonenboote	Swift	2	79/80	Komposit	50	9	3,32	756	1 050	12,0	22,2	2	180	—	—	—	—	—	—	II 7" (4,5 t) III Kk II M	—	82	1 512	2 100	164	
Kanonenboote	Torch	10	94/99	Stahl, 2. Komp.	55 2 à 56	9,9	3,5	960 2à1050	1 400	13,4	24,8	2	130 2 à 200	—	—	—	—	—	—	VI 4"Sf IV 3 ℜSf II M	—	105	9 780	14 230	1052	
Kanonenboote	Dwarf	4	98	Stahl	57	10	2,45	700	1 300	13,5	25,0	2	200	—	—	—	—	—	—	II 102 mm Sf IV 12 ℜSf X M	—	82	2 800	5 200	328	
Schaluppen I. Kl.	Rattler	17	88/89	Komposit	50	9	3,55	805	1 300	14,0	25,9	1	105	—	—	—	—	—	—	VI 6"Sf IV M	—	100 73	13 100	21 300	1485	
Schaluppen II. Kl.	Blazer	49	70/83	Eisen Komposit Stahl	12 à 33 31 à 25 6 à 38	10 7	1,7 1,8	363 180 465	330 130 440	9,6 8,5	17,8 15,8	2 1 u. 2	55 25 40	—	—	—	—	—	—	III 64 ℜ II M	—	27 60	—	—	—	

Obige Tafeln ergeben an gebrauchsfähigen Kriegsschiffen:

	Gesamt: Anzahl	Verdrängung t	PSi	Mannschaft
Panzerschlachtschiffe	46	707 950	614 654	25 334
Panzerkreuzer, Barbette-Turm	2	16 800	20 220	1 073
„ der Orland Cressy, sowie einer zur Probefahrt fertigen neuen Gattung	19	198 800	367 950	9 196
Küstenbatterien	2	12 400	12 160	589
Kreuzer I. Klasse, geschützte	23	224 700	379 100	15 808
„ II. Klasse } Iris und Mercury ohne, die übrigen mit Panzerdecks	79	376 890	729 570	29 821
„ III. „	41	86 055	226 340	8 488
Torpedoflotte:				
Kanonenboote	33	26 020	24 800	2 981
Jäger (Torpedobootzerstörer)	108	82 640	552 980	5 392
Boote I. und II. Klasse	164	—	—	—
Turbinenboote	2	—	—	—

Dazu kommen

4 Depeschenschiffe und zwar:
Alacrity, Surprise } je mit 17,9 Knoten = 32,5 km Fahrgeschwind.
Victoria u. Albert „ 17,0 „ = 31,0 „ } kgl. Jachten
Prince Albert „ 22,0 „ = 40,0 „ }
34 schnelle Hilfskreuzer der Handelsmarine mit 16—22 Knoten = 30/40 km Fahrgeschwindigkeit
1 Transportschiff Warren Hastings mit 16 Knoten
4 neue Transportschiffe.

Ausser den in den Tabellen als wertlos bezeichneten Schiffen und den Kanonenbooten und Schaluppen führt England noch in seinem Bestand:

16 alte Korvetten, meistens Kompositbau, mit 950 bis 1140 t Verdrängung und einer Durchschnittsgeschwindigkeit von 12 Knoten.
3 alte Transportschiffe,

3 königl. Jachten „Alberta“, „Elfin“, „Osborne“,
29 Schulschiffe, grösstenteils Holz- und Kompositbau, deren Baujahre bis 1804 zurückreichen,
8 Flusskanonenboote, 1897/98 erbaut, 6 mit 10 Knoten, 2 mit 15 Knoten Geschwindigkeit,
7 Schiffe für hydrographischen Dienst,
10 Schiffe für verschiedene Zwecke,
11 Stationsschiffe, davon 5 für die Regierungswerft.

Dieser Flottenbestand wächst dann noch an um die jetzt im Bau befindlichen und neu bewilligten oben angeführten 77 Schiffe mit etwa 500000 t Verdrängung.

Dagegen wird die Frage der *Mannschaftsbeschaffung* immer schwieriger[12]; als der erste Lord der Admiralität vor Jahren diese Schwierigkeit leugnete, schrieb *Engineering:* „ja wenn man junge Bursche von der Strasse aufliest, hat man die Auswahl von einem aus zehn“, aber das genügt natürlich nicht. Jetzt erst der Ersatz der Mannschaft, wo ihn hernehmen? Dass „*Tar Jack*“ weit ist, und da, wo er auf den Handelsschiffen erreichbar ist, kaum entbehrt werden kann, hat man eingesehen — und will sich jetzt an den Fischer halten —, auch Kanadas Fischer sollen herangezogen werden — aber alles das wird wohl nicht viel helfen. Wie wenig sich die Höhe der Ersatzmannschaft steigern liess, zeigen die Zahlen in Tabelle II, wo im Jahre 1895 die Höhe von 25000 Köpfen erreicht war und jetzt erst eine Steigerung bis auf 287000 durchgeführt ist.

Dazu kommt die Frage über die Stellung der Schiffsmaschineningenieure, deren Herz durch die Zuerkennung der gemeinsamen Messe mit den Seeoffizieren noch nicht sehr erweicht erscheint. Während sich übrigens die zuständige Behörde damit tröstet, dass von Seiten der Ingenieure selbst keine Klagen erhoben werden (einmal weil sich die Elemente, die an dem Zustand Aergernis nehmen, gar nicht in den Reihen der Schiffsingenieure befinden, sodann weil die vorhandenen Ingenieure selbst am besten die Nutzlosigkeit eines solchen Vorgehens einsehen), wird in fachmännischen Kreisen im Interesse des Landes, von welchem die Flotte bezahlt werde, ganz entschieden gegen die obwaltenden Zustände vorgegangen (vgl. auch Fussnote S. 246). Jedenfalls ist aber zur Zeit der Zwist zwischen See- und Ingenieuroffizier noch nicht ausgetragen und wird noch auf Jahre hinaus seine Folgen bemerkbar machen.

Zu diesen zwei Uebeln in Reihen der lebenden Kampfmittel kommt noch das der toten Angriffswaffe — der Kanone —, diese steht nach allseitiger Erkenntnis — auch in England selbst — nicht auf der Höhe derjenigen Waffe, welche allenfalls dem Gegner zur Verfügung steht, und man frägt sich schon, mit welchen Kosten hier Abhilfe geschaffen werden könne.

Die Panzerung steht zur Zeit ebenfalls durchaus nicht bei allen Schiffen auf gleicher Höhe. Die Platten werden erst seit etwa 1894 nach *Krupp*'s Verfahren gehärtet und sind bei älteren Schiffen, soweit ersichtlich, erst zum Teil ersetzt. In letzter Zeit jedoch scheint es — nach einem Vortrage von Kapitän *Orde-Brown* zu schliessen — dem Werke von *John Brown und Co.* in England, sowie der *Carnegie-Gesellschaft* in Amerika gelungen zu sein, das *Krupp*'sche Verfahren noch zu verbessern, wie an Ergebnissen von Schiessversuchen nachgewiesen wurde. Auch haben sich *Vickers* in Sheffield, sowie *Armstrong und Co.*, Elswick-Openshaw, mit allen neuesten Einrichtungen versehen, um jeglichen Ansprüchen genügen zu können; aber auch andere englische Werke, deren Erzeugnisse anfangs viel zu wünschen übrig liessen, suchen im Wettbewerb auf diesem Gebiete bestehen zu können.

So ist es also nicht ausgeschlossen, dass England im stande wäre, sehr bald alle seine neueren Panzerfahrzeuge mit Panzerung erster Güte zu versehen.

Ein Stillstand in den Rüstungen ist in England jedenfalls vollständig ausgeschlossen.

Engineering[13]) schliesst eine seiner letzten Betrachtungen damit, dass es eine Aeusserung des schon oben angeführten französischen Regierungsbeamten anführt, wonach die Bürde der Kriegs- und Flottenrüstungen am schwersten auf Frankreich laste, welches weder die Bevölkerung von Deutschland und Russland habe, noch auch den Reichtum Englands, dagegen eine Staatsschuld ohne gleichen, hervorgerufen durch Missgriffe früherer Ministerien.

Im Vergleich mit Deutschland — fährt die angeführte Zeitschrift dann fort — sei Englands Lage nicht so günstig; aber mit einem Volksvermögen von 223½ Milliarden Mark, nach Abrechnung aller Schuld, gegenüber einem solchen von 158¾ Millarden, könne es doch gleichmütiger in den ihm **aufgezwungenen** Wettkampf eintreten, ohne besorgt zu sein, das Spiel zu verlieren.

[12]) Bei einer Verhandlung im Unterhaus im Juli 1898 wurden folgende Zahlen gegeben: Im Jahre 1891 befanden sich auf englischen Kauffahrteischiffen 41590 britische Seeleute, im Jahre 1896, trotz des Zuwachses der Schiffszahl, nur noch 35020; in derselben Zeit stieg die Zahl der ausländischen Deckoffiziere von 13432 auf 14469. Es verminderte sich die Zahl der britischen Seeleute um 15%, während sich diejenige der ausländischen um 8% hob. Die Stellungen der Deckoffiziere war zu 30% von Ausländern besetzt.

Diese Zahlen sind aber nach Angaben, welche *Engineering* Mitte der 80er Jahre brachte, *viel zu günstig*, wenn sie sich auch schon auf heute bezogen, zum Nachteile Englands verschoben haben dürften, und mit Recht wird der Befürchtung Ausdruck gegeben, dass im Augenblick der Not auf diese ausländischen Kräfte kein Verlass sein dürfte (namentlich wenn solche, wie leicht möglich, in ihr eigenes Vaterland abberufen werden dürften. D. Red.).

[13]) Dieses Blatt, stets bemüht, über allen Parteiungen zu stehen, hat sich für sein Land das grosse Verdienst erworben, von Anfang an den Vorkampf für eine Achtung gebietende englische Kriegsflotte geführt zu haben, aus der Erkenntnis heraus, dass eine solche zur Erhaltung des ganzen grossen englischen Gewerbes unbedingt nötig sei, und dass daher das Gewerbe auch in erster Linie die **Pflicht** habe, hier kräftig fördernd und aufklärend einzugreifen. In dieser Hinsicht gibt es kein besseres Vorbild, auch für Deutschland nicht, wo sicherlich ein solch ernstes Vorgehen von Seiten einer Fachschrift — ernstlich angefasst — ebenfalls auf Würdigung und Verständnis hoffen darf.

Unterschied zwischen Diesel- und Mewes-Motor.

Der *Diesel*-Motor ist in dieser Zeitschrift bereits so eingehend besprochen worden (**308** 201. * 221. **311** * 1. * 22. * 40), dass die Konstruktion und die Arbeitsweise desselben als bekannt vorausgesetzt werden kann. Es mag nur nochmals kurz hervorgehoben werden, dass der *Diesel*-Motor im Arbeitscylinder die angesaugte Luft adiabatisch bis zur Verbrennungstemperatur komprimiert, in die heisse Pressluft den Brennstoff einführt und nach vollendetem, zum grössten Teile adiabatisch erfolgendem Arbeitshub die Verbrennungsgase auspuffen lässt. Die Arbeit erfolgt somit im Viertakt.

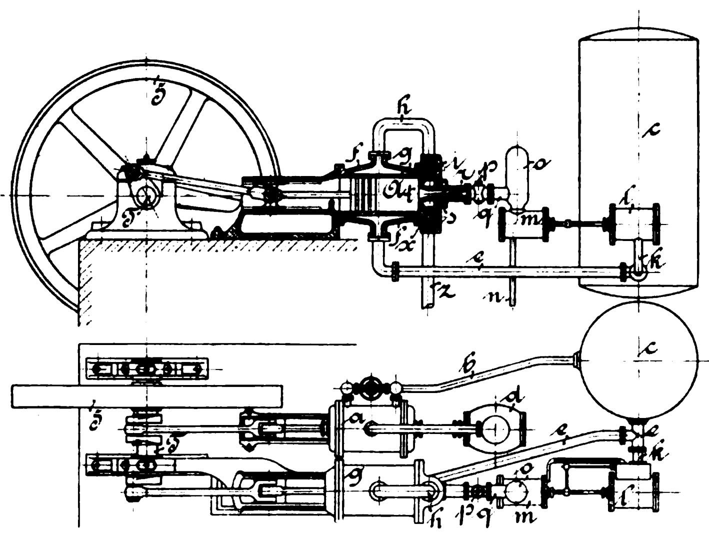
Der *Mewes*-Motor unterscheidet sich vom *Diesel*-Motor hauptsächlich dadurch, dass die Pressluft nicht im Arbeitsraum des Arbeitscylinders, sondern entweder auf der Rückseite des Arbeitskolbens oder ausserhalb durch einen besonderen Kompressor möglichst isothermisch, also unter Abführung der Kompressionswärme komprimiert und in die erzeugte kalte Pressluft der bis über Entzündungstemperatur erhitzte Brennstoff fein zerteilt eingeführt wird. Die Expansion erfolgt wie bei *Diesel* zum grössten Teil adiabatisch. Bevor ich auf die Unterschiede zwischen den Arbeitsverfahren der beiden Verbrennungskraftmaschinen



an der Hand der Formeln der mechanischen Wärmetheorie eingehe, lasse ich die Beschreibung der von dem Ingenieur und Physiker *Rudolf Mewes* erfundenen Maschine nach der Patentschrift Nr. 108586 folgen, welche nicht auf den Namen des Erfinders, sondern auf den Namen der Patenterwerber *D. Wachtel und P. Stoltz* in Berlin genommen ist, da der Erfinder auf seine amtliche Stellung hat Rücksicht nehmen müssen.

Der Motor von *Mewes* unterscheidet sich von den bekannten Verbrennungskraftmaschinen dadurch, dass allein der gasförmige oder der zerstäubte Brennstoff bezw. ein Gemisch von gasförmigen, verflüssigten und zerstäubten Brennstoffen bis über die Entzündungstemperatur verdichtet und danach unter Ueberdruck in den mit Pressluft von niedrigerer Temperatur beschickten Cylinder oder in einen mit demselben verbundenen, als Verbrennungskammer dienenden Vorbehälter eingepresst wird. Hierdurch ergibt sich gegenüber den bekannten Verbrennungskraftmaschinen der wesentliche Vorteil, dass die dem Arbeitscylinder als Verbrennungsluft zugeführte Pressluft kühl sein und dass die Temperatur während des Arbeitshubes auf einer viel niedrigeren Höhe als bei den bisherigen Kraftmaschinen gehalten werden kann.

Bei der auf der Zeichnung veranschaulichten Ausführungsart ist g der Arbeitscylinder, a ein Luftkompressor, d eine Wasserpumpe und c ein Pressluftbehälter, der vor der Inbetriebsetzung der Maschine mit Pressluft gefüllt



Mewes-Motor.

wird. Während des Betriebes wird durch den Arbeitskolben des Cylinders g der Kompressor a mit betrieben und die zusammengepresste Luft durch die Leitung b in den Pressluftbehälter c befördert. Von hier aus wird die Pressluft durch die Leitung e dem Arbeitscylinder g zugeführt. Es kann dies direkt geschehen, jedoch wird es sich meistens empfehlen, dass die Pressluft zunächst den Cylinder g umspült, zu welchem Zwecke dieser mit dem Mantel f umgeben ist. Aus diesem wird die Pressluft durch die Leitung h und durch das in bekannter Art gesteuerte Ventil i dem Cylinder g zugeführt.

Während oder nach der Einlassung der Pressluft in den Cylinder g wird auch der Brennstoff in gasförmiger, flüssiger oder fester Form eingeführt, und zwar muss dies unter einem Drucke geschehen, der wesentlich höher ist, als der Druck der Pressluft, da anderenfalls der Brennstoff nicht mit genügender Feinheit in der Pressluft sich verteilen würde.

Bei der dargestellten Ausführung der Maschine ist angenommen, dass in die Pressluft Gas eingeführt werden soll. Das Gas wird hierbei der Pumpe m durch die Druckleitung n zugeführt. Aus der Pumpe m gelangt das genügend hoch zusammengepresste Gas, zweckmässig unter Zwischenfügung des Druckkessels o durch die mit einem Hahn versehene Leitung p und durch die Düse r in den Cylinder g; damit das Gas möglichst fein zerteilt in den Cylinder g gelangt, kann vor der Düse r das Sieb t angeordnet sein. Ferner kann vor der Mündung der Düse r eine Vorrichtung zur weiteren Erhitzung des eingepressten Gases angebracht sein. In der Zeichnung ist zu diesem Zwecke eine elektrisch zu erhitzende Spirale s angedeutet.

Da das Gas bereits bei der Kompression in der Pumpe m bis auf die Entzündungstemperatur erhitzt wird, und da ferner die durch den Druck erzeugte Temperatur durch die Ueberhitzungsvorrichtung noch gesteigert werden kann, so wird das Gas unmittelbar beim Eintritt in den Cylinder g zur Verbrennung gelangen, ohne dass eine weitere Zündvorrichtung erforderlich ist.

Der Betrieb der Pumpe m kann in beliebiger Weise erfolgen. Bei der dargestellten Ausführung ist zu diesem Zwecke der Pressluftmotor l vorgesehen, der durch die Leitung k mit der Pressluftleitung e verbunden ist.

Die Zuführung des Brennstoffes wird in der Weise geregelt, dass entweder bei jedem Hube der Pumpe m eine bestimmte Menge in den Cylinder g hineingepresst wird, oder es kann eine bestimmte Steuerung vorgesehen sein, welche die Zuführung des Brennstoffes regelt.

Die Abführung des verbrauchten Gasgemisches aus dem Cylinder g kann in bekannter Weise mittels der Steuerung x und der Ableitung z geschehen.

Die Pumpe d dient dazu, bei Bedarf in den Kompressor a Kühlwasser zu spritzen oder durch dessen Mantel Kühlwasser zu fördern, um die infolge der Kompression entstehende Erhitzung der Pressluft zu beseitigen. Die Pressluft dient somit auch zur Kühlung des Cylinders g. Durch entsprechende Bemessung des Kühlwassers lässt sich die Temperatur der Pressluft bei der beschriebenen Anordnung so regeln, dass sie mit einer bestimmten Temperatur in den Cylinder g gelangt.

Die beschriebene Maschine lässt sich in den Einzelheiten abgeändert ausführen. Wesentlich kommt es auf die eingangs gekennzeichnete Durchführung des Arbeitsverfahrens (möglichst isothermische Kompression und adiabatische Expansion) an. Die Maschine kann offen oder geschlossen sein, und der Arbeitsvorgang kann auf beiden Seiten des Kolbens abwechselnd vor sich gehen. Bei geschlossener Maschine kann der Enddruck des Arbeitsgemisches niedriger als der Atmosphärendruck gewählt werden.

Der Pressluftbehälter c kann wegfallen, wenn in die Leitung h ein Druckkessel eingeschaltet wird, welcher als Druckausgleicher dient. Auch der Mantel f kann in Wegfall kommen. In welcher Weise die zur Beschickung des Arbeitscylinders dienende Pressluft erzeugt wird, ist für die Durchführung des Arbeitsverfahrens nicht wesentlich. Anstatt das Brenngemisch unmittelbar in den Cylinder g zu leiten, kann dasselbe auch in einen Vorbehälter w gepresst werden, welcher auf der Zeichnung punktiert angedeutet ist. Das Arbeitsverfahren des *Mewes*-Motors unterscheidet sich von dem Arbeitsverfahren des *Diesel*-Motors und anderer Maschinen dadurch, dass der gasförmige oder zerstäubte Brennstoff bezw. ein Gemisch von gasförmigen, verflüssigten oder zerstäubten Brennstoffen ausserhalb des Arbeitscylinders g durch Verdichtung bis über die Entzündungstemperatur erhitzt und danach in den mit Pressluft von niedrigerer Temperatur beschickten Cylinder g oder in einen mit demselben verbundenen, als Verbrennungskammer dienenden Vorbehälter gepresst wird.

Ein Vergleich der Arbeitsvorgänge der Verbrennungskraftmaschinen von *Diesel* und *Mewes* dürfte sich nunmehr mit Hilfe der bekannten Formeln der mechanischen Wärmetheorie leicht durchführen lassen.

Der Arbeitsvorgang der *Diesel*'schen Maschine besteht aus vier typischen Arbeitsphasen. Man fängt mit einer adiabatischen Kompression vom atmosphärischen Druck p_0 bis zu einem Druck p_1 an und erhöht dadurch die Temperatur des Explosionsgemisches von t auf ϑ. Die zweite Phase besteht in einer Verbrennung unter konstantem Druck p_1, wodurch die Temperatur von ϑ auf T steigt; die durch die Verbrennung gelieferte Wärme ist

$$= c_p\,(T - \vartheta),$$

wenn c_p die spezifische Wärme der Gase unter konstantem Druck ist. Alsdann folgt eine adiabatische Expansion, durch welche die Spannung der Verbrennungsgase auf atmosphärischen Druck und ihre Temperatur auf den Wert t_1 sinkt. Der Kreisprozess schliesst mit einer Wärme-

entziehung, wodurch das Gas sich zusammenzieht und die anfänglichen Temperatur- und Druckverhältnisse wieder hergestellt werden. Die entzogene Wärme ist $= c_p\,(t_1 - t)$, da der letzte Arbeitsvorgang sich unter dem konstanten Druck der Atmosphäre vollzieht. Der Kreisprozess ist demnach durch zwei adiabatische und zwei gerade Parallelen zur Achse der Volumina begrenzt. Für den thermischen Wirkungsgrad erhält man somit durch Einsetzen der vorstehenden Ausdrücke

$$\eta = \frac{c_p\,(T - \vartheta) - c_p\,(t_1 - t)}{c_p\,(T - \vartheta)} = 1 - \frac{t_1 - t}{T - \vartheta}.$$

Nun ergeben aber die adiabatischen Vorgänge die Bedingungsgleichungen

$$\frac{t}{\vartheta} = \left(\frac{p_0}{p_1}\right)^{\frac{k-1}{k}} \text{ und } \frac{t_1}{T} = \left(\frac{p_0}{p_1}\right)^{\frac{k-1}{k}};$$

hieraus folgt

$$\frac{t}{\vartheta} = \frac{t_1}{T} = \frac{t_1 - t}{T - \vartheta},$$

so dass

$$\eta = 1 - \frac{t}{\vartheta}$$

wird.

Der betrachtete Kreisprozess von *Diesel* hat naturgemäss einen kleineren thermischen Wirkungsgrad als die Einheit. Indessen könnte dieses Resultat, wie *A. Witz* in seinem Vortrag über den *Diesel*-Motor vor der Pariser Akademie der Wissenschaften (*Comptes Rendus*, S. 957 bis 959) mit Recht betont, schliesslich erreicht werden, wenn $t = \vartheta$ wäre; alsdann würde freilich die Arbeit auf Null sinken. Die entwickelte Arbeit wächst mit dem Unterschiede von T und ϑ, während der Wirkungsgrad des Kreisprozesses von T unabhängig ist. Man ersieht hieraus, dass der absolute Wirkungsgrad derselbe bleibt, welches auch die Arbeit sei, d. h. der Wirkungsgrad ist derselbe bei voller und halber Füllung. Es ist lediglich der Wert von ϑ und infolgedessen der Grad der Kompression, welcher den Wirkungsgrad des *Diesel*-Prozesses bestimmt. Setzen wir voraus, dass man die Mischung auf 250 at erhöhen könnte, so würde in diesem Falle

$$\vartheta = t\,.\,(250)^{0,23} = t\,.\,3,56$$

und

$$\eta = 1 - \frac{1}{3,56} = 0,719.$$

Im Anschluss hieran sagt *A. Witz* in der oben angeführten Abhandlung ganz zutreffend:

„Dieser aussergewöhnliche Wirkungsgrad ist der Triumph der angenommenen hohen Kompression und hat keine andere Ursache. Man könnte sich jedoch mit einer kleineren Kompression begnügen, etwa mit 35 at; dann findet man noch $\eta = 0,557$. Es ist dies eine Zahl, an welche uns die Theorie keineswegs gewöhnt hatte und welche den Wirkungsgrad der allerbesten Dampfmaschinen weit hinter sich lässt. Die Kompression von 250 at ist es, welche der gelehrte deutsche Ingenieur erringen wollte, die von 35 at ist es, welche er das seltene Verdienst hatte, zu erreichen."

Berücksichtigt man, dass nach den Bedingungsgleichungen für die adiabatischen Zustandsänderungen

$$\frac{t}{\vartheta} = \left(\frac{p_0}{p_1}\right)^{\frac{k-1}{k}} = \left(\frac{v_1}{v_0}\right)^{k-1} = \frac{t_1}{T} = \frac{t_1 - t}{T - \vartheta}$$

ist, so erhält man für den Wirkungsgrad die Gleichung

$$\eta = 1 - \left(\frac{v_1}{v_0}\right)^{k-1}.$$

Dies ist die Formel, welche Prof. *E. Meyer*-Göttingen bei der Kritik des *Diesel*-Motors benutzte. Die vorstehenden Formeln für η, nämlich

$$\eta = 1 - \frac{t}{\vartheta} \text{ und } \eta = 1 - \left(\frac{v_1}{v_0}\right)^{k-1},$$

geben nur den thermischen Wirkungsgrad an und lassen daher die wirkliche Leistungsfähigkeit nicht sicher beurteilen. Will man zu Schlussfolgerungen gelangen, welche wirklich über die Grösse der theoretisch zu gewinnenden Arbeit Aufschluss geben und demgemäss einen gerechten Vergleich verschiedener Maschinen oder Arbeitsverfahren ermöglichen, so muss man das Verhältnis zwischen der wirklich ausgenutzten Wärme und der gesamten verbrauchten Wärmemenge als Massstab der Beurteilung zu Grunde legen. Demgemäss erhält man für den *Diesel*-Motor die Beziehung

$$\eta = \frac{c_p\,(T - \vartheta) - c_v\,(\vartheta - t) - c_p\,(t_1 - t)}{c_p\,(T - \vartheta)},$$

$$\eta = 1 - \frac{c_v\,(\vartheta - t) + c_p\,(t_1 - t)}{c_p\,(T - \vartheta)} = 1 - \left\{\frac{1}{k}\cdot\frac{\vartheta - t}{T - \vartheta} + \frac{t}{\vartheta}\right\},$$

da

$$\frac{t_1 - t}{T - \vartheta} = \frac{t}{\vartheta}$$

ist. Richtiger müsste man

$$\eta = 1 - \left(\frac{t}{\vartheta} + \alpha\right)$$

setzen, worin α die an das Kühlwasser abgegebene Wärmemenge in Bruchteilen der Gesamtwärme bedeutet.

Der Kreisprozess der Verbrennungskraftmaschine von *Mewes* unterscheidet sich, wie wir gesehen haben, von dem soeben betrachteten Kreisprozess nur dadurch, dass die Pressluft nicht durch adiabatische, sondern durch isothermische Kompression erzeugt wird. Denkt man sich demgemäss in den vorstehenden Formeln die adiabatische Kompression durch die isothermische ersetzt, so erhält man folgende, ebenfalls höchst einfache Ergebnisse, die hinter denjenigen beim *Diesel*-Motor und den bisherigen Maschinen durchaus nicht zurückstehen. Für den thermischen Wirkungsgrad folgt in diesem Falle

$$\eta = \frac{c_p\,(T - t) - c_p\,(t_1 - t)}{c_p\,(T - t)} = 1 - \frac{t_1 - t}{T - t}.$$

Der thermische Wirkungsgrad erreicht seinen höchsten Wert, die Einheit, wenn $t_1 = t$ wird; in diesem Falle wird die gewonnene Arbeit nicht gleich Null, wie bei dem zuerst behandelten Kreisprozess. Man erhält nämlich ebenso wie oben für das Verhältnis zwischen der wirklich ausgenutzten Wärme zu der gesamten verbrauchten Wärmemenge die Beziehung

$$\eta = \frac{c_p\,(T - t) - A\,R\,t\,log\,n\,\frac{p_1}{p_0} - c_p\,(t_1 - t)}{c_p\,(T - t)}$$

oder, wenn man

$$A\,R\,log\,n\,\frac{p_1}{p_0} = C$$

setzt,

$$\eta = 1 - \left\{\frac{t_1 - t}{T - t} + \frac{C\,.\,t}{c_p\,(T - t)}\right\}.$$

Bei Drucken zwischen 30 bis 50 at kann man mit grosser Annäherung $C = c_p$ setzen; in diesem Falle erhält man die Näherungsformel

$$\eta = 1 - \frac{t_1}{T - t}, \text{ also } \eta = 1 - \frac{t}{T - t} \text{ für } t_1 = t.$$

Die Nutzarbeit wird also für $t_1 = t$ nicht gleich Null wie beim *Diesel*-Motor.

-s.

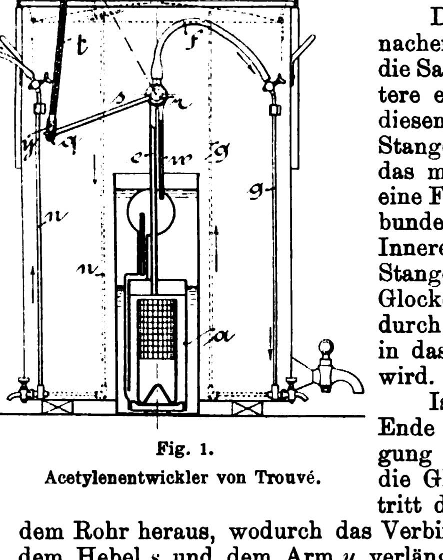
Neuere Acetylenentwickler und Zubehör.

Das Fortschreiten der Beleuchtung mittels Acetylen zeigt sich am besten in dem immerwährenden Auftreten neuer Apparate zur Erzeugung des Gases sowie neuer Vorrichtungen und Hilfsmittel, welche den Gebrauch desselben von den bis jetzt noch vielfach bestehenden Gefahren befreien und denselben so bequem wie möglich gestalten

sollen. Im nachstehenden führen wir daher die neuesten Apparate zur Acetylenentwickelung und dazu gehörenden Vorrichtungen auf, welche in den letzten Jahren in Deutschland aufgekommen sind.

Der nachstehend beschriebene *Acetylenentwickler* von *Gustav Trouvé* in Paris (D. R. P. Nr. 106073) bezweckt, die Entstehung eines zu hohen Druckes im Apparat zu verhindern, wenn dieser ausser Thätigkeit ist.

In dem Behälter *a* (Fig. 1) von beliebiger Einrichtung wird das Acetylen entwickelt und strömt durch das Rohr *e*, Schlauch *f* und Leitung *g* unter die Glocke des Gasometers, von wo es durch das Rohr *n* nach der Gebrauchsstelle geleitet wird. Der Hahn *r* in der Leitung *e f* wird durch einen Hebel *s* und eine ausziehbare Stange *t* bethätigt, deren eines Ende an einem an der Sammelglocke befestigten gebogenen Arm *u* angelenkt ist. Durch den Hahn *r* tritt in seiner offenen Stellung das Gas aus dem Erzeuger unmittelbar in den Sammler, während er in der Schlussstellung (punktiert), in welcher er der Stellung h_1 der Sammelglocke und u_1 des Armes *u* entspricht, den geraden Weg verschliesst. Das nach Schluss des Hahnes noch entwickelte Gas gelangt durch ein Sicherheitssyphon und zwar durch ein Rohr und eine Nebenleitung *w* des Hahnes in die Sammelglocke. Dies geschieht jedoch erst dann, wenn der Hahn *r* geschlossen ist und der Ueberdruck des Gases das Wasser in dem Sicherheitssyphon so weit herabdrückt, dass die Nebenleitung frei wird.


Fig. 1.
Acetylenentwickler von Trouvé.

Durch den Eintritt des nachentwickelten Gases in die Sammelglocke wird letztere etwas angehoben. Zu diesem Zweck besteht die Stange *t* aus einem Rohr, das mit dem Hebel *s* durch eine Führungsschleife *y* verbunden ist, während die im Inneren des Rohres gleitende Stange mit dem Arm *u* der Glocke verbunden ist und durch eine Drahtfeder stets in das Rohr hineingezogen wird.

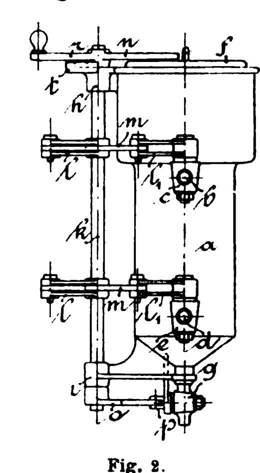
Ist die Stange *t* am Ende ihrer Aufwärtsbewegung angelangt und steigt die Glocke noch weiter, so tritt die innere Stange aus dem Rohr heraus, wodurch das Verbindungsglied zwischen dem Hebel *s* und dem Arm *u* verlängert wird. (Die Stellungen h_2 und u_2 zeigen die äussersten Stellungen der Glocke und des Armes *u*.) Die aufsteigende Bewegung der Glocke kann beliebig gross sein, die Glocke kann also nach Schliessung des Hahnes alles noch entwickelte Gas aufnehmen, wodurch jeder schädliche Ueberdruck im Entwickler vermieden wird.

Nimmt der Verbrauch des Gases zu und sinkt die Glocke, bis die Stange *t* den Hahn *r* öffnet, so gelangt das entwickelte Gas in die Glocke, welche dadurch wieder steigt. Erreicht sie die Stellung h_1, so wird der Hahn *r* geschlossen, die Gasentwickelung dadurch vermindert, bis die Glocke wieder sinkt. Es entsteht also ein den Schwankungen des Gasverbrauches entsprechendes abwechselndes Auf- und Niedergehen der Glocke, welches von der Länge der Schleife der Stange *t*, in welcher das Gleitstück *q* spielt, abhängt.

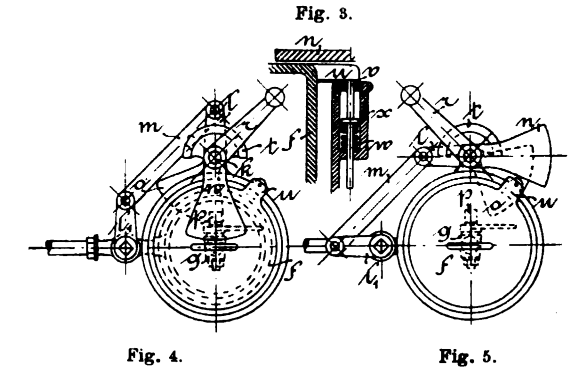
Bei der Ausserbetriebsetzung der Acetylenapparate müssen bisher verschiedene Hähne, Ventile u. dgl. zwecks Neufüllung einzeln geschlossen und nach erfolgter Neufüllung wieder einzeln geöffnet werden. Hierdurch können bei vorkommender Unterlassung des Schliessens und Oeffnens leicht Betriebsstörungen und Explosionen entstehen.

Durch die *Sicherheitsverriegelung für Acetylenentwickler* von *J. C. Lüllemann* und *J. Matthew* in Hamburg (D. R. P. Nr. 106074) soll jede verkehrte Hahnstellung sowie Offenlassen irgend eines Verschlusses vermieden werden.

In Fig. 2 ist *a* der Gasentwickler, *b* die Gasabführungsleitung mit dem Abschlusshahn *c*, *d* die Wasserzuführungsleitung mit dem Abschlusshahn *e*; *f* ist der als Tauchglocke ausgebildete Deckel und *g* der Schlammabführungshahn. In den Lagern *h* und *i* ist an dem Entwickler *a* die Welle *k* drehbar angeordnet. Auf dieser sind die Hebel *l* aufgekeilt, welche mittels Bolzen und Verbindungsstangen *m* mit den auf den Hähnen *c* und *e* aufgekeilten Hebeln l_1 verbunden sind. Mittels der gleichfalls auf der Welle *k* aufgekeilten Riegel *n* und *o* kann durch einfaches Vorschieben des ersteren über die Glocke *f* dieselbe festgestellt und durch Einschieben des letzteren in die als Gabel *p* auslaufende Küken des Hahnes *g* dieser in geschlossener Stellung verriegelt werden. Die Welle *k* wird durch die Handhabe *r* bethätigt, die sich über einem Segment *t* dreht, welches die Bezeichnungen „Im Betrieb“ und „Ausser Betrieb“ trägt. An der Glocke *f* befindet sich eine Nase *u* (Fig. 3), welche bei geschlossener Glocke einen Riegel *v* gegen die Druckfeder *w* in einer am Entwickler angebrachten Hülse *x* herunterdrückt.


Fig. 2.
Sicherheitsverriegelung für Acetylenentwickler von Lüllemann und Matthew.

In der Stellung nach Fig. 4 befindet sich der Entwickler in Betrieb. Die Hähne *c* und *e* und dadurch die Leitungen *b* und *d* sind geöffnet. Dagegen ist der Glockenverschluss *f* durch den überliegenden Riegel *n* und der Hahn *g* durch den in die Gabel *p* eingeführten Riegel *o* verriegelt. Durch Drehung der Welle *k* mittels der Handhebe *r* in die Stellung nach Fig. 5 wird der Entwickler *a* ausser Betrieb gesetzt und die Hähne *c* und *e* nebst den Leitungen *b* und *d* geschlossen; der Riegel *n* hat die Glocke *f* freigegeben und der segmentartige Riegel *o* hat sich aus der Gabel *p* des Hahnes *g* herausgeschoben, wodurch die Bedienungsverschlüsse freigegeben sind und nach Belieben geöffnet werden können. Hebt man nun die Glocke *f* mit der Nase *u* ab, so drückt die Feder *w* den Hilfsriegel *v* nach oben, so dass derselbe in die Drehungs-

Fig. 3.

Fig. 4. Fig. 5.
Sicherheitsverriegelung für Acetylenentwickler von Lüllemann und Matthew.

ebene des Riegels *n* tritt, wodurch das Wiederinbetriebsetzen so lange verhindert wird, bis der Riegel *o* durch das Aufsetzen der Glocke wieder herabgedrückt und der Verschluss wieder hergestellt ist. Ebenfalls wird das Wiederinbetriebsetzen verhindert, wenn der Hahn *g* durch Drehung um einen Winkel von 90° geöffnet wird; hierdurch nimmt der Schlitz der Gabel *p* eine senkrechte Stellung ein und der Riegel *o* würde gegen die vertikal stehenden Lappen der Gabel *p* stossen. Der Riegel *o* kann erst in die Gabel *p* eintreten, nachdem der Hahn *g* wieder geschlossen ist, wonach der Inbetriebsetzung kein Hindernis mehr entgegensteht. Es ist hierdurch also unmöglich, die Betriebsleitungen zu öffnen, bevor nicht alle

Bedienungsverschlüsse geschlossen sind. Diese Sicherheitsverriegelung kann an irgend beliebige Acetylenapparate mit beliebig vielen Leitungen angebracht werden.

Es hat sich herausgestellt, dass der Acetylenentwickler des Englischen Patentes Nr. 8552 vom Jahre 1897 von *Henri Cousin* in Paris verschiedene Mängel aufweist. Namentlich arbeitet das Federventil, welches durch die Verbindung mit der sich hebenden und senkenden Gasglocke die Karbidzufuhr entsprechend dem Verbrauch desselben selbstthätig regelt, nach längerer Zeit nicht mehr ordentlich, da es durch den grossen Druck, welchen es zeitweise aufnehmen muss, allmählich schlaff wird. Auch kann infolge der festen Anordnung des Karbidbehälters oberhalb der Gasglocke, wodurch diese sich nur bis zu einem bestimmten Punkt heben kann, leicht ein Ueberdruck entstehen, durch welchen das zur Abdichtung des inneren Cylinders erforderliche Wasser verdrängt wird. Ausserdem kann durch die Anordnung der langen Ventilstange, welche einen an der Gasglocke mittelbar festsitzenden Steg durchdringt, durch Festklemmen von Karbidstückchen zwischen Stange und Steg ein unbeabsichtigtes Oeffnen des Abschlussventils eintreten, während schliesslich ein Nachfüllen von Karbid ohne Gasverlust während des Betriebes nur stattfinden kann, wenn im Entwickelungsraume eine bestimmte Menge Gas vorhanden ist, durch dessen Druck auf die sich hebende Glocke das Abschlussventil geschlossen wird.

Die Beseitigung dieser Mängel bezweckt der *Acetylenentwickler mit Karbideinlassventil und hebbarem Karbidbehälter* von *Karl Wolters* und *Gustav Wolters* in Senden i. W. (D. R. P. Nr. 106075).

Bei diesem Acetylenentwickler wird der Karbidbehälter durch ein federloses Kegelventil, welches mit der Gasglocke fest verbunden ist, geschlossen. Der Behälter ist oberhalb der Gasglocke beweglich angeordnet, infolgedessen nach erfolgtem Abschlusse der Karbidaustrittsöffnung sich noch entwickelnde Gase die Glocke mit dem Behälter heben können, ohne dass ein Ueberdruck entsteht. Ist dagegen der Druck im Inneren des Entwicklers gering, so kann durch Niederdrücken des beweglichen Karbidbehälters auf den Ventilkegel der Behälter abgeschlossen und ohne Durchströmen von Gas während des Betriebes Karbid nachgefüllt werden.

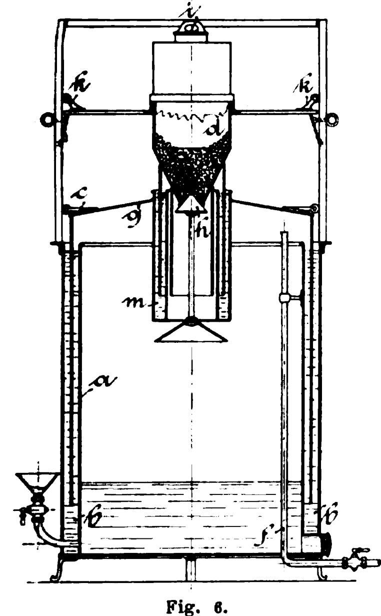


Fig. 6.
Acetylenentwickler von Wolters.

In Fig. 6 ist a der Entwickelungsraum, der von dem Wasserbehälter b umgeben wird; g ist die den Entwickelungsraum abschliessende Gasglocke mit dem Wasserbehälter m und dem an diesem mittels Steges und Stange befestigten Ventilkegel h, welcher den aus Glas hergestellten, oberhalb der Glocke beweglich angebrachten Karbidbehälter d von unten abschliesst. In dem auf dem Gefässe b befestigten Schienengestell wird die Gasglocke g und der Karbidbehälter d mittels an Ansätzen sitzender Rollen c und k geführt. Durch eine Schraube i wird der Karbidbehälter luftdicht geschlossen. Durch ein unten angebrachtes Rohr mit Hahn und Trichter wird Wasser in a eingefüllt. Durch eine gegenüber liegende verschraubbare untere Oeffnung kann der Behälter von dem sich am Boden sammelnden Kalk gereinigt werden. Das Rohr f dient zur Ableitung des Gases.

Behufs Inbetriebsetzung des Entwicklers wird in den Behälter a Wasser gefüllt, wobei, da die Gasglocke tief steht, etwas Karbid aus dem Behälter d in das Wasser fällt und sich Acetylen entwickelt. Durch dieses wird die Glocke g emporgedrückt und bei einer gewissen Höhe der Kegel h gegen die Oeffnung des Behälters d gedrückt und letzterer geschlossen. Bei weiterer Gasentwickelung und dadurch bewirktem Steigen der Glocke wird auch der Behälter d gehoben, bei abnehmendem Gasvorrat dagegen durch Sinken der Glocke wieder geöffnet, wodurch Karbid in das Wasser fällt und wieder Gas entwickelt wird.

Das D. R. P. Nr. 106076 von *M. L. J. Roger Labbé de Montais* in Chateaux de Beauvoir bei Cloyes betrifft eine *zwangläufige Absperrvorrichtung für Acetylenentwickler*, bei denen ein mit Einfüllschacht versehenes Entwickelungsgefäss lösbar mit einem Sammelgefäss verbunden ist. Es wird einerseits zwischen dem Entwickelungs- und dem Sammelgefäss ein mit einem Arm versehener Bajonettverschluss angeordnet, welcher beim Lösen des Verschlusses den Arm eines in der Verbindungsleitung zwischen Entwickelungs- und Sammelgefäss angeordneten Absperrhahnes zwangläufig bewegt, andererseits wird beim Absperren des Verbindungsrohres zwischen den beiden Gefässen die Karbidzufuhr selbstthätig und zwangläufig abgesperrt.

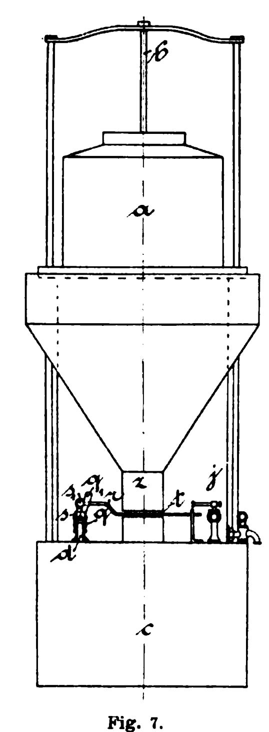


Fig. 7.
Absperrvorrichtung für Acetylenentwickler von Roger Labbé de Montais.

In dem feststehenden cylindrischen Entwickler j (Fig. 7) bewegt sich die durch Stangen b geführte Sammelglocke a auf und nieder. Bei jedesmaligem Niedergehen der Glocke wird eine neue Ladung Karbid durch den Einfallschacht z in das Entwickelungsgefäss c befördert, welches mit dem Sammelgefäss durch eine Rohrleitung d verbunden ist. Die an den Cylinder j und an das Entwickelungsgefäss c angeschlossenen Stücke der Rohrleitung sind durch einen Bajonettverschluss q verbunden. Beide Teile der Rohrleitung oder auch nur der eine derselben sind mit einem Abschlusshahn s versehen. In die Küken des oder der Abschlusshähne sind zwei Arme s_1 und r fest eingesetzt und der Bajonettverschluss q mit einem Arm q_1 versehen. Wird zwecks Lösung der Verbindung zwischen Sammel- und Entwickelungsgefäss der Bajonettverschluss q geöffnet, so tritt der Arm q_1 gegen den Arm s_1 und dreht den Absperrhahn so, dass der entsprechende Teil der Verbindungsleitung abgesperrt wird. Hierbei bewegt sich aber auch der Arm r, welcher entweder mittelbar oder unmittelbar den Einfallschacht absperrt und zwar dadurch, dass der Arm r in einen Schlitz t des Einfallschachtes hereingedreht wird. Ein Lösen der Verbindung zwischen Entwickelungs- und Sammelgefäss ist also nur unter gleichzeitiger Absperrung des Einfallschachtes z und der Rohrverbindung möglich.

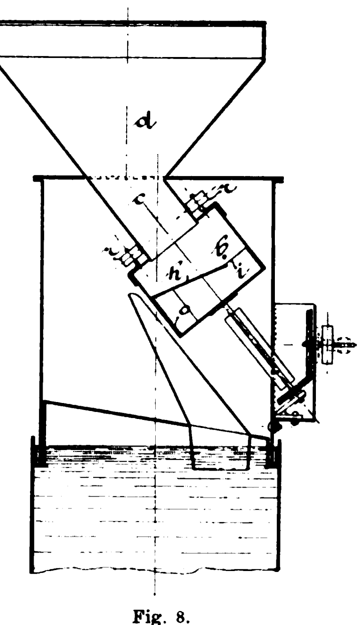


Fig. 8.
Karbidzuführungsvorrichtung von Schmalhausen.

Eine *Karbidzuführungsvorrichtung* von *Herm. Schmalhausen* in Duisburg (D. R. P. Nr. 160077) verfolgt den Zweck, eine sich dem jeweiligen Gasverbrauch anpassende Zuführung bestimmter Mengen Karbids aus einem grossen Vorratsbehälter stets dann zur Zersetzung zu bringen, wenn

die Sammelglocke bis zu einer bestimmten Tiefe gesunken ist, und unter Füllung des Entwicklers mit einer für mehrere Tage ausreichenden Karbidmenge das Nachfüllen des Karbids auch während des Betriebes zu ermöglichen.

In Fig. 8 ist *d* der Karbidbehälter von beliebiger, vorzugsweise jedoch trichterförmiger Gestalt, welcher gasdicht verschlossen ist, und unten in ein schräges Rohr *c* übergeht. An letzteres schliesst sich die Trommel *b* an, welche mittels auf dem Rohr *c* laufender Wellen *r* um dessen Achse gedreht werden kann. Die Drehung der Trommel erfolgt mittels eines beliebigen Mechanismus.

In der Trommel *b* ist eine schrägstehende Wand *h* angeordnet, welche eine Oeffnung *i* frei lässt, durch welche das zerkleinerte Karbid in den unteren Teil der Trommel gelangt. Bei einer Drehung der Trommel um 180° fällt wechselweise ein bestimmter Teil des Karbids durch die Oeffnung *i* in den unteren Teil der Trommel und von da durch eine Oeffnung *o* in der Wandung der Trommel auf einen in den Gasentwickler mündenden Kanal. Die Drehung der Trommel wird mit Hilfe des Drehungsmechanismus unmittelbar durch das Sinken der Sammelglocke bewirkt, oder es wird beim tiefsten Stande der Glocke ein Werk ausgelöst, welches die Trommel in Umdrehung versetzt.

Der *Acetylenentwickler* von *Robert Honold* in Stuttgart (D. R. P. Nr. 106264) ist derart eingerichtet, dass der Karbidbehälter während des Betriebes ausgewechselt werden kann, und gleichzeitig das verunreinigte Entwickelungswasser entfernt wird.

Der Karbidbehälter besteht hierbei aus dem oberen cylindrischen, unten kegelförmig gestalteten und offenen Teil *a* (Fig. 9) und dem unteren, ebenfalls cylindrischen Teil *b*, in welchen der obere Teil *a* hineinragt, und welcher den Karbidbehälter *c* trägt. Der Teil *b* wird so über *a* geschoben, dass der offene Boden des ersteren mittels Gummiringes *d* abgedichtet wird. Hierauf wird ein an *b* befestigter und drehbarer Bügel b_1 über einen an *a* befindlichen federnden Bügel a_1 gedreht und in dieser Weise die Gefässe *a* und *b* miteinander verbunden. *e* ist das Zuleitungsrohr für das Wasser und reicht dasselbe so tief in *a* hinein, dass es bereits im Wasser steht, ehe das Wasser das Karbid erreicht, um ein Entweichen des Gases durch das Rohr zu verhüten. Durch das Rohr *g* wird das Gas nach dem Gassammler geleitet. Man ersieht hieraus, dass der Entwickler durch einfaches Lösen des drehbaren Bügels b_1 von dem federnden a_1 auch während des Betriebes auseinander genommen und sowohl das Karbid erneuert, als das schmutzige Wasser entfernt werden kann.

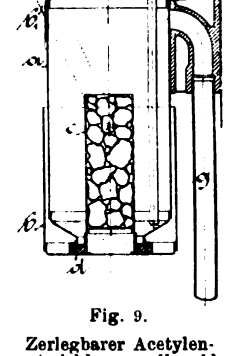


Fig. 9.
Zerlegbarer Acetylenentwickler von Honold.

Es ist wünschenswert, bei Acetylenentwicklern die Wasserzuleitung, die Verbindung zwischen Entwickler und Gassammler und schliesslich die Verbindung des letzteren mit der Verbrauchsstelle in der Weise umstellen zu können, dass einmal alle Verbindungen geöffnet sind, ein zweites Mal der Wasserzufluss und die Gebrauchsleitung, und im dritten Falle der Wasserzufluss und die Leitung vom Entwickler zum Gassammler geschlossen sind, während die andere Leitung offen bleibt.

Zu diesem Zweck dient ein *Mehrwegehahn* von *Adam Neher* und *Mich. Lind* in Mannheim-Neckarau (D. R. P. Nr. 106268), welcher sämtliche drei Leitungen, welche von einem einzigen Küken durchsetzt werden, beherrscht. In Fig. 10 ist das Küken dargestellt und ist bei demselben *a* die Leitung vom Entwickler zum Sammler, *b* vom Sammler zur Verbrauchsstelle, und *c* die Wasserleitung, welche zu den beiden anderen Leitungen senkrecht steht. Die Bohrungen des Hahnes sind nun derart angeordnet, dass sie dem oben angegebenen Zweck bei seinen verschiedenen Stellungen entsprechen. Es kann auf diese Weise durch Drehung des Hahnes die Gebrauchs- und Wasserleitung geschlossen werden, ohne das nachentwickelte Gas zu verhindern, aus dem Entwickler in den Sammler zu gelangen. Zweitens kann bei geschlossenem Wasserzufluss und Sperrung der Leitung zwischen Entwickler und Sammler die Gebrauchsleitung geöffnet verbleiben, so dass ein Neufüllen des Entwicklers ohne Störung und Gefahr vorgenommen werden kann.

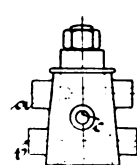


Fig. 10.
Mehrwegehahn für Acetylenentwickler von Neher u. Lind.

Um den *Karbidverbrauch bei Acetylenentwicklern zu beobachten*, dient die Vorrichtung von *Ernst Friebel* und *Robert Näke* in Lockwitz bei Dresden (D. R. P. Nr. 106553). Hier ist *a* (Fig. 11) der Karbidbehälter, in welchem auf dem Karbid eine durchlochte Platte *b* ruht, welche eine gasdicht durch die Decke des Behälters geführte Stange *f* trägt. Letztere endet in eine Zahnstange *d*, welche mittels eines Räderwerkes dem Zeiger eines Zählwerkes das Auf- und Niedergehen übermittelt, und so den Verbrauch des Karbids anzeigt.

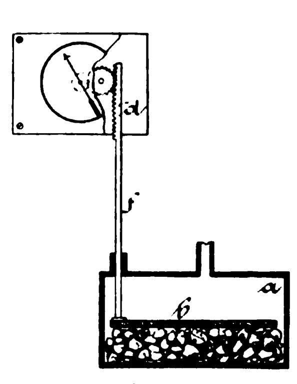


Fig. 11.
Vorrichtung zur Beobachtung des Karbidverbrauches von Friebel und Näke.

Durch das D. R. P. Nr. 104790 ist für *Max Strakosch* und *Franz Schmidt* in Wien ein *Acetylenentwickler mit Lochungsvorrichtung für die Karbidpatronen* geschützt worden, welcher durch das Patent Nr. 106555 eine wesentliche Verbesserung erfahren hat. Bei beiden Acetylenentwicklern wird bezweckt, die Karbidpatronen beim Einbringen in den Behälter mittels einer Durchlochungsvorrichtung zu öffnen und dieselben ein- und auszuschalten.

Die Karbidpatronen befinden sich in dem Behälter *a* (Fig. 12), in welchem sich um eine senkrechte Achse ein Kegelrad *b* mit radialen Wänden *c* dreht, mittels welcher die Karbidpatronen weiter geschoben werden. Der Wasserbehälter *d* steht durch eine Leitung mit einem Hahngehäuse *e* in Verbindung, dessen hohles Küken ein durchbohrtes Schneidewerkzeug *f* und ein Kegelrad *g* trägt, welches in das Kegelrad *b* eingreift. Zum Zweck einer Regelung der Wasserzufuhr ist im hohlen Küken ein wasserdurchlässiger Stoff (Filz) angeordnet, welcher durch eine Schraube mehr oder weniger zusammengedrückt werden kann.

Der Vorgang ist folgender: Wird das Küken mit Schneide und Kegelrad gedreht, so werden auch die Patronen im Behälter *a* gedreht, d. h. eine verbrauchte aus- und eine neue eingeschaltet, in welche die Schneide *f* eindringt und die Hülle durchschneidet, wodurch Wasser in die Patrone eindringen kann. Der Umfang der Kegelräder ist derart bemessen, dass nach einmaliger Umdrehung eine neue Patrone unter die Schneide kommt.

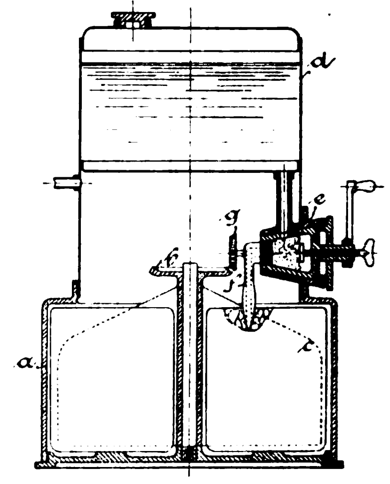


Fig. 12.
Acetylenentwickler mit Lochungsvorrichtung für die Karbidpatronen von Strakosch und Schmidt.

Der nachstehend beschriebene Acetylenentwickler ist besonders für tragbare Lampen, Fahrradlaternen u. dgl. bestimmt, bei denen die Gasaufnahmekammer in Grösse und Widerstandsfähigkeit beschränkt ist, und bezweckt, die Entwickelung des Gases abzustellen, sobald der Gasverbrauch aufhört.

Bei diesem *Acetylenentwickler mit abstellbarem Dochtrohr* von *Frank Rhind* in Bridgeport, Nordamerika (D. R. P. Nr. 106765), wird die Zuführung des Wassers zum Karbidbehälter mittels eines Dochtes bewirkt und geschieht die



Abstellung der Gaserzeugung vor Umwandlung der ganzen Karbidmasse in Gas.

Fig. 13 stellt eine Fahrradlaterne gebräuchlicher Form dar. Der Karbidbehälter *a* und Wasserbehälter *b* ist in geeigneter Weise mit der eigentlichen Lampe verbunden; ersterer ist bei a_1 durchbohrt. In *b* befindet sich ein Führungsrohr *c*, welches etwas über den oberen Teil von *b* hervorreicht und mit einem abgeschrägten Rande versehen ist, der einen Sitz bildet. In dem Rohre ist ein Dochtrohr *d* verschiebbar angeordnet, welches mit Stiften *e* versehen ist, die durch einen Schlitz des Rohres *c* hindurchreichen. Zwischen diese Stifte tritt eine Schnecke *f*, welche durch eine senkrechte Welle *g* mit einem Griffstück *h* versehen ist. An der Welle *g* befindet sich eine Kappe mit einer abnehmbaren Gummischeibe.

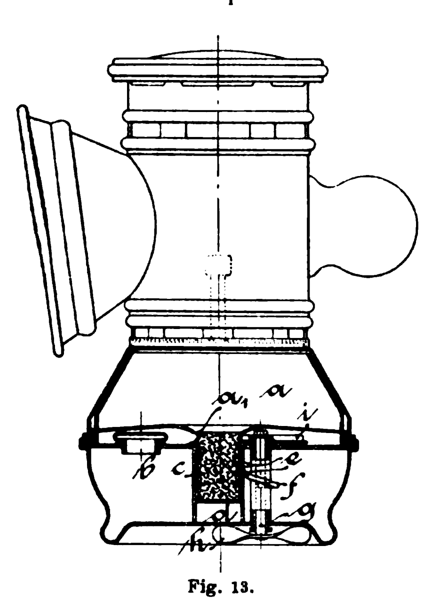


Fig. 13.
Acetylenentwickler mit abschliessbarem Dochtrohr von Rhind.

Der Vorgang bei der Benutzung der Lampe ist folgender: Nach Einlegung des Karbids und Füllung des Untersatzes mit Wasser wird das Dochtrohr in der in der Figur dargestellten Weise gehoben, worauf die Gasentwickelung erfolgt. Soll die Flamme gelöscht werden, so wird das Griffstück *h* nach links gedreht. Hierdurch wird das Dochtrohr *d* durch die spiralförmige Gestaltung der oberen Kappe mit dem Docht bis unter den oberen Teil des Rohres *c* niederbewegt. Durch weitere Drehung der Welle *g* wird die Kappe *i* auf die Mündung des Rohres *c* gebracht, wobei dessen abgeschrägter Rand eine unnötige Abnutzung der Gummischeibe verhindert. Ein auf den Behälter *b* angebrachter Anschlag begrenzt die Bewegung der Welle und der mit ihr verbundenen Teile. Auf diese Weise wird, wie oben erwähnt, der Wasserzutritt zum Karbidbehälter abgesperrt, die weitere Gasentwickelung verhindert und die Flamme gelöscht.

Bei der *Karbidzuführungsvorrichtung* von *Hans Berger* in Berlin (D. R. P. Nr. 107047) sind die Karbidbehälter *c* (Fig. 14) kegelförmig gestaltet, d. h. ihr oberer Boden ist kleiner als der untere. Die Böden sind um *e* beweglich und mit einem vorderen Vorsprung *d* versehen, welcher sich auf eine auslösbare Vorrichtung stützt. Oben sind die Behälter einseitig drehbar aufgehängt und der Unterstützungspunkt etwas angehoben, so dass die unteren Böden bei Beseitigung der Unterstützung sich öffnen und die Behälter um ihren Drehpunkt schwingen, bis der Punkt *e* an die Wand des Entwicklers schlägt. Hierdurch wird eine der Entleerung des Karbids beförderliche Erschütterung bewirkt. (Schluss folgt.)

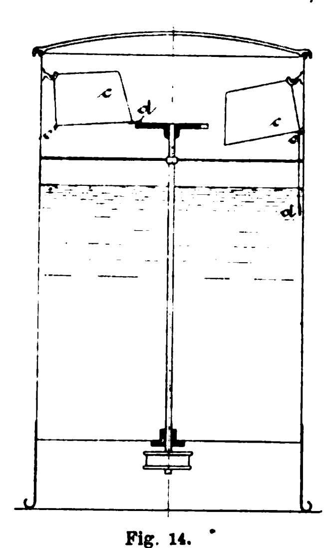


Fig. 14.
Karbidzuführungsvorrichtung für Acetylenentwickler von Berger.

Allgemeine Fragen der Technik.

Von Ingenieur **P. K. von Engelmeyer**, Moskau.

(Fortsetzung und Schluss von S. 197 d. Bd.)

Zur Erfindungsfrage.

Dr. *E. Mach*, früher Professor der Physik in Prag, jetzt Professor der Erkenntnislehre an der Universität Wien, gehört zu jener wenig zahlreichen Plejade der Philosophen, die, durch Naturgabe und Beruf begünstigt, die Gipfel der Philosophie von dem Thale des Faktischen aus erreicht haben. Von dieser Bergspitze aus reicht sein Blick weit über die Grenzen der eigentlichen Wissenschaft hinaus, überall das Faktische in den Vordergrund ziehend. Ununterbrochene Fühlung mit dem Bestehenden schützt ihn vor Vergötterung der Theorie und der Formel. Solchem Geiste eilen wir, denkende Techniker, freudig entgegen, weil wir von ihm gegenseitiges Verständnis erwarten und auch wirklich finden.

Ueber den Zusammenhang zwischen Wissenschaft und Technik äussert sich *Mach* folgendermassen („Die Prinzipien der Wärmelehre“, 1896): „Der Charakter und der Entwickelungsgang der Wissenschaft wird wesentlich verständlicher, wenn man sich gegenwärtig hält, dass die Wissenschaft aus dem Bedürfnis des praktischen Lebens, der Vorsorge für die Zukunft, aus der Technik hervorgegangen ist. Aus der Feldmessung entwickelte sich die Geometrie, aus Sternbeobachtungen für wirtschaftliche und nautische Zwecke die Astronomie, aus Metallurgie die Alchimie und die Chemie. Der durch Arbeit in fremdem Dienste gestärkte Intellekt macht bald seine eigenen Bedürfnisse geltend. So erschliesst das reine intellektuelle Interesse allmählich die Kenntnis grosser Thatsachengebiete, welche oft plötzlich und ganz unerwartet wieder technischen Wert gewinnen. Man überlege die Wege, welche von den Erscheinungen am geriebenen Bernstein durch einige Jahrhunderte zur Dynamomaschine und zur Kraftübertragung geführt haben, die grossartigen Anwendungen der in rein intellektuellem Interesse verflüssigten Kohlensäure u. s. w. Hat andererseits die Technik, die Industrie ein Thatsachengebiet in Besitz genommen, so stellt sie Experimente von einer Grossartigkeit und Präzision an, wie dieselben auf anderem Wege nicht zu stande kämen, liefert der Wissenschaft neue Thatsachen und vergilt reichlich deren Hilfeleistung“ (S. 449).

„Wer sich mit Forschung oder Geschichte der Forschung beschäftigt hat, wird schwerlich glauben, dass Entdeckungen nach dem *Aristoteles*'schen oder *Bacon*'schen Schema der Induktion (durch Aufzählung übereinstimmender Fälle) zu stande kommen. Da wäre ja das Entdecken ein recht behagliches Handwerk. Die Thatsachen, deren Erkenntnis eine Entdeckung vorstellt, werden vielmehr erschaut. . . . Alle Naturwissenschaft beginnt mit solchen intuitiven Erkenntnissen“ (S. 443). „Was erschaut wird, kann der Zusammenhang verschiedener Reaktionen sein“ (S. 444). Diese Formel bezieht sich ebensowohl auf die Erfindung. „Ist einmal auf irgend einem Gebiet ein Zusammenhang von Reaktionen erschaut, der Interesse gewonnen hat, so wird die Frage entstehen, wie weit derselbe gilt“ (S. 445). Bis hierher reicht mein erster Akt; unmittelbar darauf kommt der zweite Akt: „Jetzt werden dem *Aristoteles*'schen Schema

entsprechend verschiedene Fälle verglichen, auf deren Uebereinstimmung und Unterschied geprüft" (S. 445).

„Sehr häufig hält man den Entdeckungsvorgang durch Induktion für wesentlich verschieden von dem Entdeckungsvorgang durch Deduktion. Doch beruht auch letztere auf einzelnen Akten des Erschauens, welches sich eben nur im letzteren Fall zu einem umfangreicheren Akt zusammensetzen" (S. 446 bis 447). „Vielleicht in noch reicherer Bethätigung als bei *Newton* tritt uns bei *Faraday* die induktive Kraft entgegen, um einen herkömmlichen Ausdruck zu gebrauchen. ... Eine besondere Eigenart tritt uns in *Fraunhofer* und *Foucault* entgegen: sie sind vorwiegend geniale Techniker. Auch sie wussten ja merkwürdige sich darbietende Thatsachen festzuhalten, benutzten dieselben aber vorzugsweise zur Verfolgung ihnen klar vorschwebender, bestimmter, teilweise rein praktischer Ziele" (S. 458).

Dem Zufall weist *Mach* einen ausschlaggebenden Einfluss in der Erfindung und Entdeckung. Diesem Thema hat er eine Arbeit gewidmet, die zugleich seine Antrittsrede in Wien bildet, und in seinen „Populär-wissenschaftlichen Vorlesungen" (1896) zu finden ist. Er fängt mit dem Hinweis auf *Huygens* an, der sich über die Erfindung des Fernrohres so geäussert hatte, dass er *den* für einen übermenschlichen Genius halten müsse, welcher dasselbe ohne Begünstigung durch den Zufall erfunden hätte, als reine Folge der „Prinzipien der Natur und der Geometrie".

„Die meisten der in die Kulturanfänge fallenden Erfindungen — Sprache, Schrift, Geld u. a. eingeschlossen — konnten schon deshalb nicht Ergebnis absichtlichen planmässigen Nachdenkens sein, weil man von deren Wert und Bedeutung eben erst durch den Gebrauch eine Vorstellung gewinnen konnte" (S. 280). *Mach* warnt indes gegen Uebertreibung der Rolle des Zufalls: „Die Beobachtung des aus dem Theekessel entweichenden, mit dem Deckel klappernden Dampfes soll zur Erfindung der Dampfmaschine geführt haben" (S. 281). „Auch der erste Töpfer im Urwald muss etwas von einem Genius in sich fühlen. Er muss die neue Thatsache beachten, die für ihn vorteilhafte Seite derselben erschauen und erkennen, und verstehen, dieselbe als Mittel zu seinem Zweck zu verwenden. Er muss das Neue unterscheiden, seinem Gedächtnis einfügen, mit seinem übrigen Denken verbinden und verweben. Kurz, er muss die Fähigkeit haben, Erfahrungen zu machen. Man könnte die Fähigkeit, Erfahrungen zu machen, geradezu als das Mass der Intelligenz ansehen" (S. 282).

Seine psychologischen Erläuterungen erstreckt *Mach* ebensowohl auf Erfindungen wie auf Entdeckungen. Zwischen beiden sieht er nur einen Unterschied im Gebrauch, nicht in der Entstehung. Auf diesen Umstand haben wir bereits hingewiesen (*D. p. J.* 1899 **313** 66). In seiner Wärmelehre äussert sich *Mach* wie folgt: „Der Forscher strebt nach der Kenntnis eines Thatsachengebietes: es ist einerlei, was er findet. Der Techniker strebt, einen bestimmten Zweck zu erreichen; er lässt alles abseits liegen, was ihm nicht förderlich erscheint. Darin ist das Denken des letzteren einseitiger, gebundener. Doch ist der Techniker bei Untersuchung seiner Mittel häufig genug Forscher, der Forscher bei Verfolgung bestimmter Ziele ebenso oft Techniker. Der Forscher strebt nach Beseitigung einer intellektuellen Unbehaglichkeit; er sucht nach einem erlösenden Gedanken. Der Techniker wünscht eine praktische Unbehaglichkeit zu überwinden, er sucht eine erlösende Konstruktion. Ein anderer Unterschied zwischen Entdeckung und Erfindung wird kaum anzugeben sein" („Wärmelehre", S. 449 bis 450). Praemissis praemittendis, halte ich hier alles für gut, mit Ausnahme des „erlösenden Gedanken" und der „erlösenden Konstruktion", weil es ja bekannt ist, dass ein neuer Körper zu Entdeckungen zählt, andererseits aber zahlreiche Erfindungen nicht in Konstruktionen, sondern in Arbeitsverfahren bestehen (vgl. *D. p. J.* 1899 **312** 130). Die wörtliche Vorschrift aber, welche ein Verfahren kennzeichnet, ist ein Gedanke.

Vollkommen frei von gesagtem Einwande drückt sich *Mach* in der oben citierten Wiener Antrittsrede, zu der wir nun wiederkehren, aus: Erfindungen und Entdeckungen „unterscheiden sich nur durch den Gebrauch, der von einer neuen Erkenntnis gemacht wird. Immer handelt es sich um den neu erschauten Zusammenhang neuer oder schon bekannter sinnlicher oder begrifflicher Eigenschaften. Es findet sich z. B., dass ein Stoff, der eine chemische Reaktion *A* gibt, auch eine Reaktion *B* auslöst. Dient dieser Fund lediglich zur Förderung der Einsicht, zur Erlösung von einer intellektuellen Unbehaglichkeit, so liegt eine Entdeckung vor, eine Erfindung hingegen, wenn wir den Stoff von der Reaktion *A* benutzen, um die gewünschte Reaktion *B* zu praktischen Zwecken herbeizuführen, zur Befreiung von einer materiellen Unbehaglichkeit. Der Ausdruck ‚Neuauffindung des Zusammenhanges von Reaktionen' ist umfassend genug, um Entdeckungen und Erfindungen auf allen Gebieten zu charakterisieren. Derselbe umfasst den *Pythagorei*'schen Satz, welcher die Verbindung einer geometrischen mit einer arithmetischen Reaktion enthält, die *Newton*'sche Entdeckung des Zusammenhanges der *Kepler*'schen Bewegung mit dem verkehrt quadratischen Gesetz ebensogut wie das Auffinden einer Konstruktionsänderung an einem Werkzeug oder einer zweckdienlichen Manipulationsänderung in der Färberei" (S. 285 bis 286).

Nun entwirft *Mach* ein psychologisches Bild vom Erfinden und vom Entdecken, das uns nicht vollkommen befriedigt. Die Wichtigkeit eines mechanisch wirksamen Gedächtnisses für den Erfinder betonend, sagt *Mach*: „Zur Entwickelung einer Erfindung wird dasselbe nicht ausreichen. Hierzu gehören längere Vorstellungsreihen, die Erregung verschiedener Vorstellungsreihen durcheinander, ein stärkerer, vielfacher, mannigfaltiger Zusammenhang des gesamten Gedächtnisinhaltes, ein durch den Gebrauch gesteigertes mächtigeres und empfindlicheres psychisches Leben. Der Mensch kommt an einen unüberschreitbaren Giessbach, der ihm ein schweres Hemmnis ist. Er erinnert sich, dass er einen solchen auf einem umgestürzten Baum schon überschritten hat. In der Nähe sind Bäume. Umgestürzte Bäume hat er schon bewegt. Er hat auch Bäume schon gefällt, und sie waren dann beweglich. Zur Fällung hat er scharfe Steine benutzt. Er sucht einen solchen Stein, und indem er die in Erinnerung gekommenen Situationen, welche sämtlich durch das eine starke Interesse der Ueberschreitung des Giessbaches lebendig gehalten werden, in umgekehrter Ordnung herbeiführt, erfindet er die Brücke" (S. 284).

Wie ersichtlich, werden alle ins Spiel tretenden Kräfte genannt: starkes Interesse, Erfahrungsbilder und Witz, der aus den alten Bildern ein neues macht. Ich finde nur den Anteil des Witzes zu wenig betont und den Anteil des Gedächtnisses zu sehr in den Vordergrund gestellt. Es sei (a, b, c, d ...) eine Erfindung, die irgend eine Aufgabe löst. Sie selbst zerfalle in sichtbare Teile a, b, c ..., welche, allgemein gesprochen, aus früherer Erfahrung stammen. Dies soll aber nicht bedeuten, als ob a, b, c ... einzelne gesehene Gegenstände oder erlebte Vorgänge darstellten, die aus dem Gedächtnis, ganz so wie sie in dasselbe aufgenommen wurden, etwa wie Perlen, bloss auf die Richtschnur der Erfindungsidee aneinander gereiht würden. Nein: jeder einzelne Bestandteil a, wie b, wie c u. s. w., obwohl dem Gedächtnisse entlehnt, erfährt jedenfalls irgend eine Modifikation in sich, solch eine, die gerade dazu nötig erscheint, damit sie eben alle nicht wie Perlen aneinander gereiht, sondern wie Organe eines Organismus, als integrierende Teile eines Ganzen in das Ganze hineintreten. Anschaulich gesprochen, erscheint nach *Mach*'s Darstellung die Erfindung als venetianische Mosaik, wo die Stücke einen unabänderlichen Querschnitt haben. Sie ist aber ähnlicher der florentinischen Mosaik, wo die Stücke nach der jeweiligen Zeichnung speziell geformt werden.

Das Gleiche dürfte ich nicht mehr einwenden gegen die psychologische Deutung der Entdeckung: „Je stärker der psychische Zusammenhang der gesamten Erinnerungsbilder je nach dem Individuum und Stimmung, desto fruchtbringender kann dieselbe zufällige Beobachtung sein. ... Nächst dem schon vorhandenen vielfachen organischen Zusammenhang des gesamten Gedächtnisinhaltes, welcher den Forscher kennzeichnet, wird es vor allem das starke Interesse für ein bestimmtes Ziel, für eine Idee sein, welche die noch nicht geknüpften günstigen Gedankenverbindungen schlägt, indem jene Idee bei allem sich hervordrängt, was tagsüber gesehen und gedacht wird, zu allem in Beziehung



tritt. . . . Wir dürfen also wohl fragen, ob der Zufall dem Forscher, oder der Forscher dem Zufall zu Erfolg verhilft?" (S. 289). Das ist das psychische Bild des ersten Aktes, der zuweilen zu einer wahren Psychose führt. Noch malerischer drückt sich *Mach* weiter aus: „Wenn nun bei diesem wiederholten Ueberschauen eines Gebietes, welches dem günstigen Zufall Gelegenheit schafft, alles zur Stimmung oder herrschenden Idee Passende lebhafter geworden, alles Unpassende allmählich so in den Schatten gedrängt worden ist, dass es sich nicht mehr hervorwagt, dann kann unter den Gebilden, welche die frei sich selbst überlassene Phantasie in reichem Strome hervorzaubert, plötzlich einmal dasjenige hell aufleuchten, welches der herrschenden Idee, Stimmung oder Absicht vollkommen entspricht. Es gewinnt dann den Anschein, als ob *das* Ergebnis eines Schöpfungsaktes wäre, was sich in Wirklichkeit langsam durch eine allmähliche Auslese ergeben hat" (S. 294). „Auch das Genie geht gewiss, bewusst oder instinktiv, überall systematisch vor, wo dies ausführbar ist; aber dasselbe wird in feinem Vorgefühl manche Arbeit gar nicht beginnen, oder nach flüchtigem Versuch aufgeben, mit welcher der Unbegabte fruchtlos sich abmüht. So bringt dasselbe in mässiger Zeit zu stande, wofür das Leben des gewöhnlichen Menschen weitaus nicht reichen würde" (S. 294 bis 295).

In einer Fussnote wird hier an einen Ort in *Jonathan Swift* (1667 bis 1745) erinnert, wo derselbe eine Erfinderakademie parodiert, eine Institution, wo Entdeckungen und Erfindungen in allen Gebieten auf rein mechanischem Wege gemacht werden, ohne Zuhilfenahme des Talentes, bloss durch systematische Zusammenstellung von dem, was in einem Gebiet bereits bekannt ist. Die Parodie ist aber so tiefgreifend und bildet ein so treffliches reductio ad absurdum jener Schule der Psychologie, welche nur das diskursive Denken für ein Denken hält, und bis heute immer noch Anhänger hat, dass ich es vorziehe, die Beschreibung der Erfinderakademie bei *Swift* selber zu entlehnen (Ausgabe 1826, Bd. 2 S. 255 bis 257):

In seinen Reisen durch das Märchenland Laputa kommt *Gulliver* in die Hauptstadt *Lagado* und in der „Academy of *Lagado*" findet er eine Institution, deren Zweck von ihrem Urheber folgendermassen erklärt wird: „Jedermann weiss, wie schwer der allgemein übliche Weg ist, Kunst und Wissenschaft zu erreichen. Vermöge dieser Einrichtung dagegen kann die unwissendste Person Bücher schreiben in Philosophie, Poesie, Politik, Recht, Mathematik und Theologie, mit nur wenigen Kosten und geringer körperlicher Arbeit, ohne geringsten Beistandes von Genie und Studium." Die Einrichtung selbst bestand in einem Rahmen, wo auf langen Drähten durchbohrte Würfel aneinander gereiht, die ganze Oberfläche des Rahmens ausfüllten. Die Würfel waren von allen Seiten beklebt mit Papierstreifen, worauf „alle Wörter" in all ihren grammatischen Abänderungen ordnungslos geschrieben waren. Rings um den Rahmen standen die „Schüler" der Akademie und auf das Kommando des „Professors" drehten sie alle Drähte mit den Würfeln. Alsdann wurde die neue Disposition der Wörter gelesen, und „wo man drei oder vier Wörter fand, die zusammen den Bruchteil einer Sentenz bildeten", wurden sie in spezielle Bücher eingeschrieben. Der Professor zeigte *Gulliver* eine grosse Menge Folianten, voll von solchen fragmentarischen Sätzen, „die er aneinander zu reihen gedachte, um aus diesen reichen Materialien den vollständigen Körper aller Künste und Wissenschaften der Welt zu überliefern".

Die „Erfinderakademie" von *Swift* wird uns noch später einmal beschäftigen. Wir kehren aber zu *Mach* zurück. Er meint, es wäre keine übel angebrachte „Satire auf *Fr. Bacon*'s Methode, mit Hilfe von (durch Schreiber angelegten) Uebersichtstabellen Entdeckungen zu machen". Bei *Bacon* finde ich indessen eine Aeusserung, die mir beweist, dass er den erfinderischen Witz, den Instinkt doch nicht ausser acht lässt. Die Sentenz ist für uns Techniker von besonderem Interesse. Darum wollen wir sie vollständig wiedergeben:

Francis Bacon (1561 bis 1626) sagt in seinem Hauptwerk (Novum Organon): „Manche bisherigen Erfindungen sind derart, dass niemand vorher eine Ahnung davon gehabt, sondern dergleichen als Unmöglichkeiten verächtlich behandelt haben würde. Hätte z. B. jemand vor Erfindung der Feuerwaffen sie nur nach ihren Wirkungen beschrieben und gesagt, man habe eine Erfindung gemacht, durch welche die grössten Mauern und Wälle aus weiter Entfernung erschüttert und niedergeworfen werden könnten, so würde man über die Gewalt der vorhandenen Maschinen und Vorrichtungen mannigfaltig nachgedacht haben, um sie durch Gewichte und Räder oder durch Vermehrung der Stösse und Schläge zu verstärken; aber niemand würde in seiner Phantasie auf einen feurigen Dampf, der sich plötzlich und gewaltsam ausdehnt und aufbläht, geraten sein. Hätte ebenso jemand vor der Erfindung des Kompasses erzählt, es sei ein Werkzeug erfunden worden, durch welches die Hauptpunkte des Himmels erkannt und unterschieden werden könnten, so würde man der Verfertigung astronomischer Instrumente nachgegangen sein" (aus *Fr. Dannemann*'s „Grundriss einer Geschichte der Naturwissenschaften", 1896 Bd. 1). In dieser Sentenz, die technisch gar nicht veraltet erscheint, ungeachtet der mächtigen Auflagerungen, die die vier Jahrhunderte seither niedergelegt, sehen wir in *Bacon* einen Verehrer des Genius, der eben jedes System durchbricht und ganz und gar neue Bahnen einschlägt, neue Erscheinungen und neue Gedankenrichtungen erschliesst, Richtungen, die kein systematisches Deduzieren aus dem Vorhandenen zu folgern im stande ist.

In seiner „Mechanik in ihrer Entwickelung" (II. Aufl. 1889) hebt *E. Mach* an mehreren Orten den Instinkt hervor, der den Naturforscher leitet und leiten muss. „Ein jeder Experimentator kann täglich an sich beobachten, wie er durch instinktive Erkenntnisse geleitet wird. Gelingt es ihm, begrifflich zu formulieren, was in denselben liegt, so hat er in der Regel einen erheblichen Fortschritt gemacht[1]). . . . Ja es ist sogar gewiss, dass nur die Verbindung des stärksten Instinkts mit der grössten begrifflichen Kraft den grossen Naturforscher ausmacht" (S. 25). „Es liegt in der Eigentümlichkeit der instinktiven Erkenntnis, dass sie vorwiegend negativer Natur ist. Wir können nicht sowohl sagen, was vorkommen muss, als vielmehr, was nicht vorkommen kann, weil nur letzteres mit der unklaren Erfahrungsmasse, in welcher man das Einzelne nicht unterscheidet, in grellem Gegensatz steht" (S. 26). „*Newton* operiert fast ausschliesslich mit den Begriffen Kraft, Masse Bewegungsgrösse. Sein Gefühl für den Wert des Massenbegriffs stellt ihn über seine Vorgänger und Zeitgenossen" (S. 234). „Ausser der eben besprochenen durch *Kepler*, *Galilei* und *Huygens* vollkommen vorbereiteten Verstandesleistung bleibt aber noch eine durchaus nicht zu unterschätzende Phantasieleistung *Newton*'s zu würdigen übrig. Ja wir nehmen keinen Anstand, gerade diese für die bedeutendste zu halten" (S. 177). Letzterer Satz bezieht sich auf die Planetenbewegung, deren faktische Untersuchung durch *Kepler* u. a. und deren theoretische Erklärung durch *Newton*. Obgleich hier nicht über Instinkt, sondern über Phantasie gesprochen wird, führen wir doch die Aeusserung hier auf. An einem anderen Ort weist *Mach* darauf hin, dass es durchaus nicht genügend ist, einen Lehrsatz bloss begrifflich festzuhalten; man muss es so weit bringen, die Einsicht auch noch zu fühlen. „Dieses Gefühl ist durchaus nicht unwissenschaftlich oder gar schädlich. Wo es die begriffliche Einsicht nicht ersetzt, sondern neben derselben besteht, begründet es eigentlich erst den vollen Besitz der mechanischen Thatsachen" (S. 282).

Wir heben noch einige Aussagen über Instinkt aus *Mach*'s „Populär-wissenschaftlichen Vorlesungen" (1896) hervor: „Unsere instinktiven Kenntnisse, wie wir sie kurz nennen wollen, treten uns eben vermöge der Ueberzeugung, dass wir bewusst und willkürlich nichts zu denselben beigetragen haben, mit einer Autorität und logischen Gewalt entgegen, die bewusst und willkürlich erworbene Kenntnisse aus wohlbekannter Quelle und von leicht erprobter Fehlbarkeit niemals erreichen. Alle sogen. Axiome sind solche instinktive Erkenntnisse" (S. 207). „Die physikalischen und die

[1]) Bis hierher reicht mein erster Akt, der zur Aufgabe hat, das neu entstandene Konzept (noch nicht als Definition, Formel oder Gesetz, sondern) als Hypothese oder Absicht deutlich (obwohl nicht definitiv) zu formulieren, damit man sehe, worauf eigentlich die Fortsetzung zu richten sei.



psychologischen Lehren entspringen in ganz gleicher Weise instinktiven Erkenntnissen" (S. 224). Inwiefern aber solche rein instinktive Erkenntnisse auch rein subjektiv sind, beleuchtet *Mach* mit folgendem drastischen Beispiele: „*Huygens*' optische Wellenlehre ist einem *Newton*, und *Newton*'s Ansicht der allgemeinen Schwere einem *Huygens* unfassbar. Und nach einem Jahrhundert haben beide gelernt, sich selbst in unbedeutenden Köpfen zu vertragen" (S. 243). Eigentlich sind die zwei Kapitel 12 und 13 des Werkes („Ueber Umbildung und Anpassung im wissenschaftlichen Denken" und „Ueber das Prinzip der Vergleichung in der Physik") nichts als detaillierte Auseinandersetzung der leitenden Kraft des Instinkts oder auch des Gefühls in der wissenschaftlichen Entdeckung.

Vorgeführte Aussagen *E. Mach*'s über den Zusammenhang zwischen Wissenschaft und Technik, über deren wechselseitige Begünstigung im Fortschreiten und über Identität der Entdeckung und Erfindung bekunden den freien Blick eines hoch stehenden Theoretikers, der auf seiner Höhe mit Behagen festen Fuss gewonnen hat und ohne Kopfschwindel (der den Neuling nicht selten zur Ueberschätzung seiner Bergeshöhe verführt) auf das üppige Thal der Praxis niederschaut und die Bergstrasse, die ihn herauf geleitet, nicht ausser Sicht lässt. Nur einem grossen Geiste ist solch ein Adlerblick beschieden.

Aehnliches bei *Leibniz* (1646—1716). Auf seine Ansichten kommen wir voraussichtlich bald eingehender zurück. Hier heben wir nur einiges hervor: „So ist jeder organische Körper eine Art göttlicher Maschine oder natürlicher Automat, welcher die künstlichen Automaten unendlich übertrifft. . . . Er ist Maschine bis in seine kleinsten Teile hinein" (Monadologie, 1714). „Empfindung, Erkenntnis und Zustimmung sind nicht willkürlich, wie es ja auch nicht von mir abhängt, die Uebereinstimmung zweier Ideen zu sehen und nicht zu sehen, wenn mein Geist darauf gerichtet ist" (Nouveaux Essays). „Im Erfinden herrscht ein Zufall, welcher nicht immer den grössten Geistern das Grösste, sondern oft auch mittelmässigen einiges darbietet" (Brief an *Oldenburg*, 1712). „Wenn ich eine Bibliothek nach meinem Geschmack errichten sollte, so würde ich hauptsächlich nur zwei Arten von Büchern aufnehmen: erstlich solche, welche von Erfindungen, Demonstrationen und Versuchen handeln, und solche, welche Staatsschriften und die Geschichte, zumal der neuesten Zeit, und Beschreibungen von Ländern enthielten" (Brief an *Habbäus*, 1676).

In *Mach* wie in *Leibniz* erkennen wir die glückliche Verschmelzung slavischer Vielseitigkeit mit deutscher Gründlichkeit. *Mach* ist auch wirklich mährischen Herkommens und *Leibniz* sagt in einer Autobiographie, sein Familienname sei eigentlich „*Lubeniecz*", seine Verwandten in Polen und Böhmen.

Zum Schluss nehmen wir noch eine Massregel, die *Helmholtz* angibt, um den „glücklichen Einfall" oder die intuitive Lösung einer vorschwebenden Aufgabe zu begünstigen (nach *Mach*'s Wärmelehre, S. 441 bis 442): „Da ich ziemlich oft in die unbehagliche Lage kam, auf günstige Einfälle harren zu müssen, habe ich darüber, wann und wo sie mir kamen, einige Erfahrungen gewonnen, die vielleicht anderen noch nützlich sein können. Sie schleichen oft still genug in den Gedankenkreis ein, ohne dass man gleich von Anfang ihre Bedeutung erkennt; dann hilft später nur zuweilen noch ein zufälliger Umstand, zu erkennen, wann und unter welchen Umständen sie gekommen sind; sonst sind sie da, ohne dass man weiss woher. In anderen Fällen aber treten sie plötzlich ein, ohne Anstrengung, wie eine Inspiration. So weit meine Erfahrung geht, kamen sie nie dem ermüdeten Gehirn und nicht am Schreibtisch.. Ich musste immer erst mein Problem nach allen Seiten so viel hin und her gewendet haben, dass ich alle seine Wendungen und Verwickelungen im Kopfe überschaute und sie frei, ohne zu schreiben, durchlaufen konnte. Es dahin zu bringen, ist ja ohne längere vorausgehende Arbeit meistens nicht möglich. Dann musste, nachdem die davon herrührende Ermüdung vorübergegangen war, eine Stunde vollkommener körperlicher Frische und ruhigen Wohlgefühls eintreten, ehe die guten Einfälle kamen. Oft waren sie des Morgens beim Aufwachen da, wie auch *Gauss* bemerkt hat. Besonders gern kamen sie bei gemächlichem Steigen über waldige Berge bei sonnigem Wetter. Die kleinsten Mengen alkoholischen Getränkes aber schienen sie zu vertreiben."

Bücherschau.

Steinbruchindustrie und Steinbruchgeologie. Technische Geologie nebst praktischen Winken für die Verwertung von Gesteinen unter eingehender Berücksichtigung der Steinindustrie des Königreichs Sachsen. Zum Gebrauche von Geologen, Ingenieuren, Architekten, Steinbruchbetriebsleitern, Technikern, Baubehörden, Gewerbeinspektoren, Studierenden u. s. w. von Dr. *O. Herrmann*, Lehrer der Technischen Staatslehranstalten zu Chemnitz. Mit 6 Tafeln und 17 Textfiguren. Berlin. Verlag von Gebrüder Borntraeger. 1899.

Das Werk ist eigenartig und neu in der Bearbeitung und Anordnung des Stoffes. Dasselbe zerfällt in drei Abschnitte.

Im ersten Abschnitt werden die einschlägige Litteratur aufgeführt, die Prüfungsanstalten für Baumaterialien genannt, die sächsischen mineralogisch-geologischen Sammlungen erwähnt. Dann folgen die wichtigsten gesteinsbildenden Mineralien und technisch nutzbaren Gesteine, während hieran anschliessend die hauptsächlichsten chemischen Eigenschaften und geologischen Erscheinungen der Mineralien und Gesteine, sowie ihre Bedeutung für die Verwertbarkeit der letzteren generell abgehandelt werden. Ferner werden die wichtigsten Verwendungsarten der verbreiteteren, in Steinbrüchen gewonnenen Gesteine, sowie die Verarbeitung der letzteren besprochen. Nicht vergessen sind auch Angaben über künstliche Baumaterialien. Abschnitt II verbreitet sich über die Verwertung von Gesteinen des Königreiches Sachsen. Unterabteilungen dieses Teiles sind Kapitel über verschiedenen Bergbau, die Eruptivgesteine, die krystallinischen Schiefer und die Schichtgesteine. Der dritte Abschnitt enthält hauptsächlich statistische Angaben, sowie ein sehr gefälliges Kapitel: Gegenüberstellung von in der Steinindustrie gebräuchlichen und von entsprechenden wissenschaftlichen Gesteinsbezeichnungen, nebst kurzer Charakteristik und Angabe von Verwendungsbeispielen der betreffenden Materialien.

Das Buch wird sicher seinen Zweck vollkommen erfüllen, wird einem grossen Teil der in seinem Titel namhaft gemachten Fachleuten willkommen sein und auch Chemikern, die zuweilen Kenntnisse in der praktischen Geologie und Mineralogie zu verwerten in der Lage sind, gute Dienste leisten. *Bjd.*

Leçons sur l'Electricité. Von *Eric Gérard*, Directeur de l'institut électrotechnique Montefiore. 6. Auflage. 2 Bände. — 2. Band: VII und 791 S. mit 387 Abbildungen. Paris 1900. Gauthier-Villars. Preis 12 Fr.

Die dem ersten Band gewidmeten anerkennenden Worte können wir nur wiederholen: Der Verfasser bietet auf knappem Raum eine recht vollständige Uebersicht auch über das vorliegende Gebiet der Anwendungen der Elektrotechnik. Der Inhalt dieses Schlussbandes gliedert sich in die folgenden Hauptabschnitte: Verteilungssystem nebst Schalt- und Sicherungsapparaten, Leitungen für Stark- und Schwachstrom, Telegraphie, Telephonie, Motoren, Bahnen, Beleuchtung, Elektrochemie mit Elektrometallurgie.

Arnold Bergsträsser Verlagsbuchhandlung (A. Kröner) Stuttgart.
Druck der Union Deutsche Verlagsgesellschaft ebendaselbst.



DINGLERS
POLYTECHNISCHES JOURNAL.

81. Jahrg., Bd. 315, Heft 18. **Stuttgart, 5. Mai 1900.**

Jährlich 52 Hefte in Quart. **Abonnementspreis** vierteljährlich 6 M., direkt franko unter Kreuzband für Deutschland und Oesterreich 6 M. 65 Pf., für das Ausland 7 M. 30 Pf. Redaktionelle Sendungen und Mitteilungen bittet man zu richten: An die Redaktion von „Dinglers Polytechn. Journal" in Stuttgart, die Expedition betreffende Schreiben an Arnold Bergsträsser Verlagsbuchhandlung (A. Kröner) Stuttgart.



Der Stand der Unterseebootfrage zu Beginn des zwanzigsten Jahrhunderts.

Die Zahl der konstruierten oder auch nur entworfenen Unterseeboote ist eine beträchtliche. Allein der preussisch-deutschen Marineleitung sind von 1861 bis Ende 1899 nicht weniger als 180 solcher Fahrzeuge angeboten, sei es direkt zum Kauf, sei es, um Mittel zur Ausführung zu erlangen. Die Marineleitung hat sich dazu durchweg ablehnend verhalten, und, wie es Prof. *Busley* in einem Vortrag am 5. Dezember 1899 betonte[1]), gedenkt sie diesen Weg auch weiterhin nicht zu verlassen, und somit haben in Deutschland die Konstrukteure unterseeischer Fahrzeuge wenig Aussichten, wenn sie auf Hilfe der Regierung rechnen. Damit ist auch das Schicksal des Bootes entschieden, von welchem vor kurzer Zeit in der Tagespresse mehrfach die Rede war und dessen Leistungen man rühmte. Dasselbe wurde auf der *Howaldwerft* zu Kiel gebaut, angeblich im Auftrag einer Berliner Firma, und machte am 25. Februar 1899 seine erste Probefahrt im Kieler Hafen[2]). Seit der Erbauung des Fahrzeuges, das der bayerische Unteroffizier *Bauer* im Jahre 1850 bei *Schweffel und Howald* in Kiel herstellen liess und mit dem er gegen die dänische Flotte zu operieren gedachte, wurden von der preussischen und deutschen Marine Proben mit Unterseebooten nicht gemacht. Mit dem damaligen Boot, das *Bauer „Brandtaucher"* nannte, wollte der Konstrukteur am 1. Februar 1851 den Versuch machen, die den Hafen blokierenden dänischen Kriegsschiffe *„Skjöld"* und *„Freya"* anzugreifen. Zweimal tauchte das Boot im Kieler Hafen und gelangte an die Oberfläche, beim dritten Tauchen blieb es unten und wurde erst 36 Jahre später, 1881, gehoben. Die aus 3 Mann bestehende Besatzung konnte sich retten[3]). Die Franzosen dichten der deutschen Marine nichtsdestoweniger den Besitz von zahlreichen unterseeischen Fahrzeugen an, indem man letztere dort einfach mit Torpedobooten verwechselt. So schreibt man in „Les guerres navales de demain", einem Buch, das zu Anfang der 90er Jahre bedeutendes Aufsehen machte: „L'Allemagne tient aujord'hui la tête, avec six torpilleurs sous-marins, dont trois en service depuis un an, et trois en essais à Kiel. Les trois sous-marins en service ont donné d'excellents résultats"[4]).

Wenn sich nun aber auch das deutsche Marineamt ablehnend gegen die Unterseeboote verhält und mit der Ansicht, dass solche Fahrzeuge einen geringen Kriegswert bei grosser Unzuverlässigkeit besitzen, durchaus nicht allein steht, so haben andere Marinen bedeutende Mittel aufgewandt und grosse Hoffnungen sind auf diese Objekte gesetzt worden, Hoffnungen, welche allerdings zum grössten Teil als trügerische sich erwiesen.

„Erfunden" ist das Unterseeboot eigentlich längst, und der Konstrukteur eines solchen Fahrzeuges ist kaum mehr berechtigt, sich „Erfinder" zu nennen. Es gibt und gab schon seit fast drei Jahrhunderten Fahrzeuge, mit welchen man ohne Gefahr unter die Oberfläche des Wassers tauchen kann, dort nach Belieben verweilen und sich bewegen und jederzeit an die Oberfläche zurückzukehren in der Lage ist. Die Zahl solcher Unterseeboote, die heute vorhanden sind und nach diesen Richtungen hin durchaus befriedigende Leistungen aufzuweisen haben, ist weit grösser, als man gemeinhin annimmt, aber trotzdem sind diese Leistungen trotz aller Neuerungen und Fortschritte auf technischem Gebiet nicht erheblich bedeutender, als sie es vor langer Zeit mit anscheinend sehr primitiven — gegen die modernen gehalten — Fahrzeugen gewesen sind. Ob wirklich Unterseeboote bei der Verteidigung von Syrakus durch Archimedes mitgewirkt haben, mag dahinstehen, wahrscheinlich nicht, denn es werden Archimedes doch gar zu viele Erfindungen zugeschrieben. Auch vom *Borne*-Boot, 1604, weiss man nichts näheres, als dass 1624 zwölf Personen, darunter König *Jakob I.* von England, in einem solchen durch zwölf Ruderpaare bewegten Fahrzeug unter dem Wasserspiegel der Themse von Westminster bis Greenwich fuhren — also 2 geographische Meilen. Wenn daran auch etwas Uebertreibung sein mag, so genügt die Thatsache, dass ein König sich solchem Taucherboot anvertraute, um die damaligen Ansichten über die Sicherheit solcher Konstruktionen darzuthun[5]). Mehr wie jenes Boot, das der Holländer *Cornelius Jakob Drebbel,* geboren 1575 zu Alkmar, gebaut hatte, leisten im allgemeinen die neuesten Unterseeboote auch nicht. Erst nach mehr als einem Jahrhundert, 1777, kommt der Amerikaner *Bushnell* mit einem unterseeischen Fahrzeug, welches aber bereits das Ziel verfolgt, das man bis heute noch nicht mit einiger Sicherheit erreicht hat: Es sollte feindliche Schiffe durch Minen — Torpedos — zerstören. Daher schreiben die Amerikaner sich die Erfindung der Unterseeboote zu, und leider findet man diese Ansicht auch in deutschen Schriften vertreten, obgleich auch *Papin* ein solches Fahrzeug gebaut hatte. Das *Bushnell*-Boot gelangte im Hafen von New York unter das Flaggschiff des britischen Admirals *Lord Howe,* das Linienschiff *„Eagle"*, mit 900 Mann Besatzung. Es konnte aber seinen Torpedo mit 150 Pfund Geschützsprengpulver nicht am Schiffskörper befestigen und musste unverrichteter Dinge umkehren. Niemand an Bord des englischen Geschwaders hatte von diesen Vorgängen eine Ahnung. Als das Boot auf dem Hudson die Engländer angriff, gelang es durch einen Schuss, dasselbe zum Sinken zu bringen[6]).

Das ist eine Leistung, die heute in der Wirklichkeit

[1]) Vortrag von Prof. *Busley* in der Technischen Hochschule Charlottenburg über Unterseeboote gehalten in Gegenwart Kaiser Wilhelm II. am 5. Dezember 1899.

[2]) *Le Yacht*, 1. 1899. *Voss. Ztg.*, 19. Januar 1899. *Echo*, 1899 S. 862.

[3]) *Jahrbücher der deutschen Armee und Marine*, 11. 1898, *Bauer's Brandtaucher* von *Schwarz-Flemming. Mitteilungen aus dem Gebiete des Seewesens*, Pola, 1. 1887. *Karl v. Bruchhausen*, Berlin-Friedenau 1895, *Taucherboote*.

[4]) *Les guerres-navales de demain*, Paris 1891. *Z. Conndant* und *H. Montéchant*, S. 241.

[5]) *The nautical magazine*, 5. 1895. *De Zee*, 1887. *Mitteilungen aus dem Gebiete des Seewesens*, 9. 1887. *Berliner Illustrierte Zeitung*, 1899 Nr. 21. *H. de Meville*.

[6]) Technische Rundschau des *Berliner Tageblatt,* 1897. *Karl v. Bruchhausen*, Berlin-Friedenau 1895.



noch nicht übertroffen ist, denn alle Uebungen, bei welchen mit Torpedos Erfolge erzielt wurden, krankten mehr oder weniger an Voraussetzungen, die der Wirklichkeit nicht entsprechen, wie: Günstiges Wetter, genau bekannte Entfernung des Angriffsobjekts, Beschaffenheit und Lage desselben, Sicherheit vor gegnerischen Unternehmungen, beste Vorbereitungen.

Es ist also das Unterseeboot erfunden, desgleichen das unterseeische Torpedoboot, um das es sich als Kriegswaffe handelt; denn abgesehen von einigen Booten, mit welchen man beabsichtigt, Gegenstände vom Meeresboden zu heben, sind alle anderen Fahrzeuge mit der ausgesprochenen Absicht konstruiert, durch Torpedos dem Gegner auf dem Wasser Schaden zuzufügen; nur sahen die Erfinder das sichere Lancieren von Torpedos zumeist als Nebenzweck an und gaben sich der Meinung hin, wenn man erst ein Fahrzeug besässe, mit dem man tauchen und sich unter Wasser bewegen könne, so sei das Lancieren von Torpedos nicht allzu schwierig. Dies ist ein Irrtum! Denn es ist sehr fraglich, ob eines der neuesten Boote wirklich als eine kriegsbrauchbare Waffe gelten kann. Zwar hat der frühere Marineminister Frankreichs, *Lockroy*, in der Kammer zu Anfang 1899 die Ergebnisse der Uebungen des *„Gustave Zédé“* sehr gelobt [7]), und aus Amerika kamen Ende 1899 Nachrichten von den bewunderungswürdigen Leistungen des *Holland*-Bootes, aber *Lockroy* ist kein Seemann, er ist ein Anhänger der sogen. jeune école, also ein Gegner der grossen Schlachtschiffe und ein Freund von Torpedos in jeglichem Fahrzeug. *„Gustave Zédé“*, früher *„la Sirène“* genannt, ist keineswegs neu, sondern bereits Oktober 1890 in Toulon vom Stapel gelaufen, wurde vielfach vom Unglück verfolgt, und aus dieser einen, nach einem Zeitraum von 8 Jahren geglückten Uebung kann man nach so vielen Unglücksfällen und Aenderungen keineswegs den Schluss ziehen, in diesem Boot eine zuverlässige Kriegswaffe zu besitzen [8]). Aehnlicher Jubel hat auch in Frankreich schon öfter geherrscht, wenn ein neues Unterseeboot erschien, und deren sind nicht wenige gewesen. Es seien genannt: Der *„Plongeur“* des Admiral *Bourgeois*, der *„Gymnote“* und *„Goubet“* von *Zédé* und *Goubet*, beide in mehreren Ausführungen; von letzterem wurden sogar zwei Exemplare nach Brasilien verkauft. Mit dem Jubel ist es ein eigen Ding auf diesem Felde. Als der Spanier *Peral*, gestorben zu Berlin im Mai 1895, mit dem nach ihm benannten Boot gelegentlich des Karolinenstreites hervortrat, meinte man in Spanien, mit einigen *„Perals“* die Weltherrschaft auf den Meeren erringen zu können. Die Türkei besitzt zwei *Nordenfelt*-Boote von hervorragenden Leistungen, Griechenland hat auch zwei, und die Zahl der amerikanischen Wunderfahrzeuge ist sehr gross, aber — weder im griechisch-türkischen noch im spanisch-amerikanischen Kriege hat man es bei allen vier Mächten gewagt, an ein Indienststellen der Boote auch nur zu denken, obwohl für die Amerikaner in Westindien geradezu ideale Verhältnisse für die Verwendung solcher Fahrzeuge herrschten. Was den *„Gustave Zédé“* angeht, so ist er mit 266 t Deplacement das grösste aller Unterseeboote. Sein Bau wurde mit grosser Heimlichkeit betrieben, wie man denn überhaupt sich bemüht, die Konstruktion solcher Fahrzeuge in einen möglichst dichten geheimnisvollen Schleier zu hüllen. *„Zédé“*, nach Plänen von *Romanzotti* gebaut, wird durch Elektrizität bewegt, welche in 300 Sammlern aufgespeichert ist, während die meisten Boote sonst für Fahrten an der Oberfläche Dampf, für solche unter Wasser Elektrizität anwenden und ihre Sammler an der Oberfläche aus eigener Kraft laden können. Dieses Sytem ist auch in Frankreich bei den Nachfolgern des *„Zédé“*, *„Morse“*, abgelaufen am 8. Juli 1899, ebenfalls nach Plänen von *Romanzotti*, und *„Narval“*, abgelaufen am 27. Oktober 1899 zu Cherburg nach Plänen von *Laubeuf*, des Siegers aus einem Preisbewerb, ausgeschrieben 1896, beibehalten. Dann kamen die Fahrten des *„Zédé“*, und sofort nahm man zahlreiche Unterseeboote in Angriff. Der Pariser *Matin* sammelte Geld für zwei, *„le Français“* und *„l'Algérien“*, die in Cherbourg aufgelegt wurden, vier weitere, nach Plänen von *Maugros*: *„Farfoudet“*, *„Gnome“*, *„Korrigan“* und *„Lutin“*, erhielt *Roquefort* in Bestellung. *„Triton“* wird in Cherbourg, *„la Sirène“* in Lorient gebaut [9]) und wahrscheinlich liegen noch weitere Boote im allgemeinen Typ *Narval* zu Brest (*Q 6* und *Q 7*), so dass Frankreich sich in der That eine Torpedoflotte schafft. Mit zu dem Entschlusse mag beigetragen haben, dass man glaubt, einen brauchbaren Unterwasserlancierapparat für Fischtorpedos in der Konstruktion des russischen Ingenieurs *Drzewiecki* gefunden zu haben, dessen Konstruktion ganz besonders geheim gehalten wird. Von ihm ist bekannt, dass der Torpedo mittels eigenartig geformter Klauen in einem horizontalen Rahmen, ausserbords des Unterseebootes, gehalten wird, welcher Rahmen um eine vertikale im Boote befindliche Achse drehbar ist [10]). In der Ruhelage liegt der Rahmen längsseit des Fahrzeuges. Eingehende Versuche mit diesem Apparat wurden allerdings am *„Surcouf“* gemacht, dieses Fahrzeug ist aber kein Unterseeboot, sondern ein Kreuzer. Eine Nachricht der *United Service Gazette* vom 3. Februar d. J. besagte zwar, dass nach den Ergebnissen des amerikanischen *Holland*-Bootes am 9. November 1899 alle Bauten an Unterseebooten in Frankreich sistiert seien, doch beantragte noch am 14. Februar der Deputierte *Fleury-Ravarin* in der Kammer die sofortige Inangriffnahme zahlreicher solcher Boote, also dürfte jene englische Nachricht auf Irrtum beruhen [11]).

Ob man nun in Frankreich auch in leitenden Kreisen an die Furchtbarkeit dieser neuen Seewaffen als Zerstörungsmittel feindlicher Schiffe glaubt? Schwerlich! Aber da die Begeisterung vorhanden ist, benutzt man sie und will, wenn zahlreiche Boote da sind, mit ihnen den blokierenden Gegner nervös machen. Ihr gelegentliches erfolgloses Auftauchen allein genügt, um das feindliche Geschwader zu einer Wachsamkeit zu veranlassen, deren Anstrengungen auch die eisernsten Nerven auf längere Zeit nicht gewachsen sind, und damit haben die Boote, wovon jedes rund — von den neuesten — 650000 Frcs. kostet, vollständig ihren Zweck erfüllt. Der *„Zédé“* hat bei Uebungen auf der Reede von Toulon gegen das Linienschiff *„Magenta“*, sowohl vor Anker als in Fahrt, erfolgreich Torpedos lanciert. Wenn er solche Leistungen mit Sicherheit aufweist, sind sie allerdings beachtenswert.

Lange vor dem Erscheinen des *„Gustave Zédé“* als gutes Boot, also vor Herbst 1898, waren es Leistungen von zwei Fahrzeugen, die viel Aufsehen machten, der *„Nautilus“* von *Campbell* in England und des *Nordenfelt*-Bootes Nr. 2, für die Türkei geliefert, wo es in den Listen unter *„Abd-ul-Medjid“* geführt wird; ersteres übte 1886 in den Westindiendocks zu London, letzteres am Goldenen Horn 1887. Das Deplacement des *„Nautilus“*, der auf der Werft von *Fletscher* in Limmerhouse gebaut wurde, kann durch Einziehen oder Ausschieben der Rohre um ½ t geändert werden, so dass ein natürlicher Auftrieb hergestellt wird. Das Boot hat einen 3 t schweren, abwerfbaren Bleikiel, zwei Schrauben, Dynamomaschinen, System *Edison-Hopkinson*, von 45 PS, 180 Sammler, die für einen Betrieb von 10 Stunden ausreichen, und die Luft genügt für sechs Personen 2 Stunden. Die Uebungen im Westindiendock Ende 1886 ergaben grosse Zuverlässigkeit im Tauchen, auch eine Geschwindigkeit von 6 Meilen etwa, und eine solche ist, wenn auch wenig befriedigend, thatsächlich unter Wasser selten von anderen Booten übertroffen worden. Es ist leider nicht bekannt, was aus diesem Fahrzeug, dessen Uebungen Lord *Beresford* und General *Collingwood* beiwohnten, geworden ist [12]).

Die Boote von *Nordenfelt* zeichnen sich durch grosse Sicherheit aus, die sie ihren Insassen gewähren und durch Präzision der Bewegungen. Sie tauchen durch Einnehmen

[7]) *Lockroy*, Rede, 17. März 1899.

[8]) *Zédé*, Quellen: *Mitteilungen aus dem Gebiete des Seewesens*, 8./9. 1893; 8. 1894; 2. 1895. *Iron*, 1893. *Militärisches Wochenblatt*, 62. 1893. *La Marine de France*, Jahrgang 1893, 1894, 1895. *Moniteur de la flotte*, 11. 1894. *Army and Navy Gazette*, 29. Dezember 1894 und 28. Januar 1899. *Pariser Tagespresse*, 1899.

[9]) *Broad Arrow*, 1899. *Mitteilungen aus dem Gebiete des Seewesens*, 2. 1899; 4. 1899; 12. 1899; 2. 1900. *Echo*, 23. April 1899. *Army and Navy Gazette*, 25. September 1897. *Royal Unit. Serv. Instit.*, 5. 1899.

[10]) *Mitteilungen aus dem Gebiete des Seewesens*, 9. 1898.

[11]) *Berliner Blätter* vom 15. Februar 1900.

[12]) *Londoner Correspondenz*, 15. Dezember 1886. *Mitteilungen aus dem Gebiete des Seewesens*, 12. 1886; 1. 1887. *Times*, 12. 1896.



von Wasserballast und Wirkung horizontaler Schrauben. Das erste Boot, das, charakteristischerweise, Griechenland kaufte, war bei allen seinen sonstigen guten Eigenschaften zum Lancieren von Torpedos nicht geeignet und musste mehrfach Aenderungen unterworfen werden. *Nordenfelt* hat später noch eine ganze Reihe von Booten gebaut, und es ist anzunehmen, dass es ihm gelang, diesen Fehler bis zu einem gewissen Grade zu heben, so dass auch diese Boote Torpedos lancieren können, vorausgesetzt, dass sie eine genügend geschulte Besatzung haben. Ein solches Boot wies in den Gewässern von Southampton Ende der 80er Jahre sehr gute Resultate auf, und verschwand dann spurlos aus der Oeffentlichkeit, wie das mit Booten schon öfter geschehen ist, die in England geprobt wurden, ein Beweis anscheinend dafür, dass man dort durchaus nicht so unempfänglich für Unterseebootfragen ist, wie es nach aussen hin den Anschein hat. Ein unmittelbarer Vorgänger dieses Fahrzeuges war der *„Abd-ul-Medjid“* der Türkei. Dieses Boot übte vor dem Sultan am Goldenen Horn am 7. Juni 1887, manövrierte mit grosser Sicherheit zwischen den zahlreichen dort liegenden Schiffen, griff bei Skutari ein Ziel an, sank, fuhr unter dem Kiel des Angriffsobjekts hinweg, dampfte mit 8 Meilen (à 1852 m) Fahrt über Grund gegen die starke Strömung des Bosporus an und blieb anstandslos 5 Stunden unter Dampf[13]).

Bevor wir uns zu den amerikanischen Booten und deren neuestem, dem jetzt epochemachenden *Holland* wenden, sei ein kurzer Ueberblick über die Fahrzeuge dieser Art, soweit sie noch nicht erwähnt sind, gegeben. Fast alle Nationen haben sich bemüht, sich auf diesem Gebiet geistig zu bethätigen. Die Franzosen sind aufgezählt, von Engländern seien genannt: *Day* 1774, der mit seinem Boot sank; *Scott Russel* 1855; *Delaney* 1856; *Joseph Jones* 1877; *Garett* 1879; *Davis* 1883; *Middleton* 1883; *Waddington* 1886[14]), dessen Boot auch aussenbords Fischtorpedos in Klauen hielt, also ähnlich wie der *Drzewiecki*'sche Apparat bei *Gustave Zédé*; endlich sei der Vollständigkeit wegen des Schmugglers *Johnson* gedacht, der auch als Franzose unter dem Namen *Johmon* vorkommt. Er bot den Franzosen an, *Napoleon* von St. Helena mittels eines Unterseebootes zu entführen, und als *Napoleon*'s Tod 1821 diesen Plan vereitelte, ging er zu den Engländern und soll bei Greenwich mit sechs Gefährten 6 Stunden lang unter dem Wasserspiegel verweilt haben. Von Russen sind erwähnenswert: *Alexandrowski*, Mitte der 60er Jahre; *Freiherr von Tiefenhausen*, erstes Projekt 1862; *Apostoloff*, nahm 1890 D. R. P. Nr. 56300; *Szewcnetzki*, probte 1882 Unterseeboote mit Tretmotoren, deren eine ganze Anzahl gebaut wurde. Damals tauchte auch die Nachricht auf, Russland besässe oder beschaffe 50 *Goubets*, die sich als eine fette Ente erwies. Die *Szewenetzki*-Boote führten zwei Torpedos auf Deck in Kautschuksäcken, die sich durch Auftrieb in dem Schiffskörper des Angriffsobjekts festsaugen sollten und durch Elektrizität entzündet wurden. Im Jahre 1896 soll ein Boot von *Pukaloff* zu Kronstadt im Bau gewesen sein, das auf Schiffen mitgeführt werden kann. Näheres hat man nicht vernommen[15]). In Dänemark beschäftigten sich *Keifler* und *Hoogaard* mit der Lösung der Frage. Ersterer entwarf 1885 ein vereinfachtes *Nordenfelt*-Boot, und es verlautete, dass man auch in maritimen Kreisen Deutschlands viel von der Konstruktion halte. *Hoogaard*[16]) baute 1888 das erste Fahrzeug des Typs, den Prof. *Busley* „Ueberflutungsboote“ nennt, zu welchem Typ alle neueren gehören, denn sie sollen mit der Kuppel über Wasser möglichst dem Angriffsobjekt sich nähern und erst tauchen, wenn sie befürchten müssen, entdeckt oder beschossen zu werden. Ein ganz absonderliches Fahrzeug hat der Norweger *Möller* aus Christiania entworfen — wenn wir uns nicht irren — erst 1899. Bei diesem Boot ist die Stabilität durch absonderliche Form und einen Bleikiel angestrebt. Das Fahrzeug ist 22 m lang, 4 m breit und 6 m hoch. Wie man sieht, ist dasselbe sehr — vielleicht zu sehr — geräumig und wird durch Dampf über Wasser getrieben; man hofft auf 12 Meilen Fahrt (?) unter Wasser.. Bemerkenswert und eigenartig ist die Einrichtung, dass zur Lancierung bezieh. Anbringung der auf Deck befindlichen Torpedos ein Mann in einer Art Taucherausrüstung teilweise ausserbords geschoben wird, aber mit dem Innern des Fahrzeugs in Verbindung bleibt und von dorther die Luftzufuhr erhält. Mancherlei scheint an der Konstruktion etwas wundersam, und es will scheinen, dass dieses Boot noch nicht zur Ausführung gekommen ist, sondern dass der Konstrukteur nach einer ausführenden Firma herumsucht. Wie *Möller* der einzige Norweger ist, scheint *Don Fontes Pereira de Mello* der einzige Portugiese zu sein, der sein Vaterland mit einem Boot beglückt hat. Er konstruierte ein solches zu Anfang der 90er Jahre, das angeblich einen „Optical tube“ besitzt, mit dem man unter Wasser etwas besser sehen soll. In den Flottenlisten Portugals stehen einige dürftige Angaben über dieses Boot, *„Fontes“* benannt[17]).

Was das Sehen unter Wasser bezw. aus einer Kuppel über Wasser anbelangt, so hat man in letzterem Falle, des niedrigen Standpunktes über der Wasserfläche wegen, natürlich keinen besonderen Ueberblick, und bei geringer Bewegung des Wassers, die bei solchen Fahrzeugen bereits Seegang bedeutet, wird der Ausblick durch das überkommende Seewasser, wie bei den weit höher liegenden Türmen der Torpedoboote, trotz allen Bürstens und Wischens, fast ganz unmöglich gemacht. Unter der Oberfläche kann man selbst im klaren Wasser, wie beispielsweise im Mittelmeer, nur einige 20 m weit sehen, von Umblick ist keine Rede. *Lockroy* behauptet nun zwar, die französischen Unterseeboote wären nicht mehr blind unter Wasser, und thatsächlich haben die Schiffsfähnriche *Violette* und *Darclny* in neuester Zeit eine Seevorrichtung erfunden, die sehr geheim behandelt wird, aber möglicherweise handelt es sich auch nur um das seit 1892 bekannte Periskop, eine teleskopartige Vorrichtung, welche, an der Spitze über Wasser ragend, ein Prisma trägt, das die horizontal aufgefangenen Lichtstrahlen vertikal, nach unten auf einen Spiegel oder eine weisse Fläche, wie in der Camera obscura, wirft. Diese Periskope leisten aber in der Praxis keineswegs das, was man ihnen theoretisch zuschreibt, und gelöst ist durch sie die Frage der Orientierung unter der Oberfläche nicht.

Die Italiener haben eine ganze Anzahl von unterseeischen Fahrzeugen; drei allein stehen in den Listen ihrer Kriegsmarine: *„Pullino“*, der unter Bewachung von Carabinieri zu Spezzia im Arsenal gebaut wurde, und dort am 20. März 1892 ablief, benannt nach seinem Konstrukteur; *„Delfino“*, abgelaufen 1895, und *„Audace“*, der nach einer Angabe (*Jahrbuch des deutschen Flottenvereins*, 1900) sich noch im Bau befinden soll, während er nach zahlreichen anderen Quellen schon am 4. Juli 1892 auf der Werft der *Gebrüder Migliardi* zu Savona ablief. Er kommt auch vor als *„Balla nautica“* oder wird nach seinen Konstrukteuren *„Peter degli Abbati“* oder *„Migliardi“* genannt[18]). Weiterhin taucht ein *„Balsamello“* auf, der Herbst 1890 zu Civita Vecchia geübt haben soll, und Ende September 1896 wurde zu Spezzia mit negativem Erfolge eine Taucherkugel von *Corzetto* geprüft. Sie sank auf den 12 m tiefen Boden des Bassins und blieb liegen. Mit Hebezeugen wand man sie nach 9 Stunden mit halb oder ganz ohnmächtiger Besatzung empor[19]).

Die Zahl der bekannteren Boote, soweit sie von

[13]) *Iron*, Herbst 1882. *Reichspatentblatt*, 12. 1882. *Mitteilungen aus dem Gebiete des Seewesens*, 7./8. 1887.

[14]) *The nautical magazine*, 1895. *Internationale Revue über die gesamten Armeen und Flotten*, Dresden, 6. 1897. *Gäa*, 1888 S. 472. *Mitteilungen aus dem Gebiete des Seewesens*, 1. und 2., 1886 S. 356. *Patentblatt des Deutschen Reichspatentamts*, 1883 (Patent Nr. 28178 für *Davis*' Boot). *United Service Gazette*, 25. Februar 1893 (Englisches Patent Nr. 15253 für *H. Middleton*).

[15]) Quellen: *Le Yacht*, 10. 1896. *Deutsche Marine-Rundschau*, 12. 1896. *Patentblatt des Deutschen Reichspatentamts*, 1890 (D. R. P. Nr. 56300 für *Apostoloff*-Boot). *Mitteilungen aus dem Gebiete des Seewesens*, 1885 und 1887.

[16]) Persönliche Notiz aus Prof. *Busley*'s Vortrag vom 5. Dezember 1899.

[17]) *Army and Navy Gazette*. 9. April 1892. *Almanach*, Pola 1899. *Jahrbuch des deutschen Flottenvereins*, 1900.

[18]) *Prometheus*, Jahrgang IV, Heft III. *La Marine de France*, 15. Mai 1895. *Mitteilungen aus dem Gebiete des Seewesens*, 6./7. 1893. *United Service Gazette*, 1893. *Iron*, Januar 1893.

[19]) *Technische Rundschau des Berliner Tageblatt*, 1896 Nr. 47.

Europäern konstruiert wurden, dürfte damit so ziemlich erschöpft sein. Zu erwähnen wäre noch der nicht für Kriegszwecke bestimmte *„Unterseeische Arbeiter“* des Italieners *Piatti dal Pozzo* und des Franzosen *Délisle*, der Lasten vom Meeresgrunde heben soll, und sowohl auf der Seine bei Choisy le Roy wie bei Havre übte. Ein nach dem Prinzip der Telegraphie ohne Draht vom Lande aus zu lenkendes Boot hat *Tesla* entworfen, der es bescheiden einen Segen der Menschheit nennt; ein Boot stammt von einem Deutschen, *Vogel*. Dresden 1885, und eins von *Montgéry*, 1823, deshalb merkwürdig, weil sein Konstrukteur beabsichtigte, es durch — Pulver zu treiben [20]).

Die Vereinigten Staaten, das Land der Erfindungen, aber auch des Humbugs, haben eine grosse Zahl von Unterseebooten aufzuweisen, und eines derselben hat auch den einzigen thatsächlichen Erfolg, den solche Boote erreicht haben, zu verzeichnen. Durch ein solches aus Kesselblech hergestelltes, durch acht Mann mit Handbetrieb in Bewegung gesetztes Fahrzeug, das vordem bereits dreimal mit insgesamt 24 Menschen gesunken war, wurde am 17. Februar die unionistische, 1240 t grosse, fast neue Korvette *„Housatonic“*, gegenüber Fort Sumter, zum Sinken gebracht. Das Boot sank mit, die Besatzung von 9 Mann ertrank. Alle Amerikaner und ihre erfundenen Boote aufzuzählen, würde zu weit führen, und ist ziemlich interesselos, da die meisten samt ihren Werken, trotz aller Reklame, verschwunden sind.

Auf den bereits erwähnten *Bushnell* folgte der geniale *Fulton*, der Begründer der Dampfschiffahrt, um die Wende des 19. Jahrhunderts. Er bot seine Erfindung 1800 Napoleon an, der ihm auch Mittel zuweisen liess, und 1801 war der *„Nautilus“* fertig für Uebungen zu Havre. Das aus Kupfer gefertigte Fahrzeug, durch ein Rad mit Handkraft bewegt, tauchte und steuerte tadellos, brachte in Gegenwart des Generals *Villarez* unter einem Schiffe eine Mine an und entzündete dieselbe. Als die französische Regierung *Fulton* weitere Mittel verweigerte, ging er nach Amerika zurück und soll dort 1812 mit seinem Boot, das durch Privatbeiträge erbaut war, unter den Kiel des britischen Linienschiffes *„Ramillies“* bei New London gelangt sein; doch führte er den Anschlag nicht aus. *Fulton*'s Tod machte den Versuchen ein Ende. Das erste Boot mit Dampf soll dann ein gewisser *Alsitt* für die Konföderierten konstruiert haben [21]), das bereits alle technischen Eigenschaften aufzuweisen hatte, die man an diesen Fahrzeugen erst in weit späterer Zeit fand. Zu diesen gehörten angeblich Wasserballast, Schraube mit Dampfbetrieb, komprimierte Luft, zwei Steuer, Glasdom, Torpedos mit Schlippervorrichtung vom Inneren aus zu leiten; als Zündung war Elektrizität vorgesehen. Da man nichts weiter von diesem Fahrzeug vernommen hat, so dürfte es auch so, wie man es beschrieb, niemals existiert haben. Der *„Stromboli“*, von *Wood* entworfen, machte am 25. Oktober 1864 auf dem Hudson hervorragende Uebungen. Er lancierte Bomben von 50 bis 200 Pfund Gewicht und soll mittels einer Schraube, die 50 Umdrehungen in der Minute machte, 10 Meilen in der Stunde gelaufen sein. Dieses Fahrzeug war wohl eher ein Vorgänger der Torpedoboote als ein ausgesprochenes Unterseeboot, denn es findet sich kein Beweis dafür, dass es gänzlich tauchte. Es ging nach Hampton Roads, um gegen die Schiffe der Konföderierten zu wirken, langte dort auch am 6. Dezember 1864 an, aber man hörte nichts von seinen Erfolgen.

Nach dem Sezessionskriege trat in Amerika für längere Zeit ein gewisser Stillstand ein, bis Admiral *Aube* in Frankreich die Frage wieder anregte, und *Goubet* auf seine Veranlassung den *„Gymnote“* konstruierte. Da drängten die Projektanten die Regierung, und es gelang ihnen, sie zu einem Ausschreiben für den Wettbewerb zu veranlassen, das vom 26. November 1887 datiert wurde. Vorher hatte *Hotchkiss* 1880 Patente, auch ein deutsches, auf ein Boot genommen, das durch bewegliche Schwimmer tiefer gesenkt werden konnte, *Haight*, New Haven, erhielt ein deutsches Patent 1886, und Prof. *Josias Tuck* zu San Francisco war der geistige Urheber der *„Peacemaker“*, 1885, geworden, eines Bootes von 19,5 m Länge mit Wasserballast und einem 20 t schweren (!) Bleigewicht, getrieben durch Dampf, mit Natronkesseln (nach anderer Angabe getrieben durch komprimierte Luft) und Minen mit Schwimmern, die zu je zwei durch Ketten verbunden waren, die durch Elektromagnete gehalten werden, und sich magnetisch an den Körper des anzugreifenden Schiffes klammern sollten [22]).

Das Preisausschreiben hatte zahlreiche Projekte gezeitigt, aber die Regierung war entschlossen, nur wirklich Brauchbares anzukaufen, und so ist bis heute — Mai 1900 — noch kein Fahrzeug direkt angenommen. Erwähnt seien: Der *„Detroit“* von *George Baker*, der angeblich unter der Oberfläche 10 Meilen gelaufen sein soll, an der Oberfläche mit Dampf, unter Wasser durch Elektrizität aus Sammlern getrieben, mit Petroleumheizung, Blei- und Wasserballast und 4 t natürlichem Auftrieb. Das Senken geschah durch Verstellung der Achsen der beiden Propeller. Für zwei Boote sollte die Regierung 200000 Doll. bewilligt haben, doch stellte sich diese Meldung als falsch heraus [23]). Erwähnt seien noch das *Rogars-Boot*, dessen Schiffskörper sich um 6 m teleskopartig verlängern und verkürzen liess, wodurch ein Unterschied des Deplacements von 4 t entstand und das *Raddatz-Boot*, abgelaufen am 18. Juni 1897 zu Oshkosk, Wisconsin, das auf dem Fox River noch in dem Monat seines Ablaufs vielgerühmte Proben machte [24]).

Sehr bald aber wandte sich das Hauptinteresse *J. P. Holland* zu, der von der Zeit des Preisausschreibens eine ganze Anzahl von Booten entwarf und ausführte. Schon 1893 empfahl die Kommission die Annahme seiner Konstruktionen; dass die Abnahme eines seiner Unterseeboote bis heute nicht erfolgt ist, beweist, dass man auch in den Vereinigten Staaten seitens der leitenden Marinekreise sich keineswegs grossen Illusionen hingibt, denn alle *Holland-Boote* wurden als wahre Wunder gepriesen. Die *Holland-Boote* [25]) zeigen alle Einrichtungen moderner, unterseeischer Fahrzeuge, sie sind dabei gross — untergetaucht bis 252 t [26]) — und unterscheiden sich dadurch von den meisten, dass sie Geschosse und Torpedos aus dem Inneren, aus zentraler Lage abgeben. Das Boot, welches am 6. November 1899 in Gegenwart einer Marinekommission zwischen Little Hog Neck und Great Hog Neck die epochemachenden Uebungen machte, und das gegenwärtig den modernsten Typ der Unterseeboote repräsentiert, ist am 20. Juni 1897 auf der Crescent-Werft von *Nixon* in Elizabeth, New York, vom Stapel gelaufen, hat bei 24 m Länge 3,25 m Breite, Zigarrenform und verdrängt, aufgetaucht, 196, untergetaucht 252 t Wasser. Es führt 53 t Wasserballast, wird an der Oberfläche mittels eines Petroleummotors von angeblich bis 1500 PS (?), unter Wasser durch Elektrizität aus Sammlern getrieben. Es hat fünfzehn Personen Besatzung und ist armiert mit zwei pneumatischen Geschützen, entweder Konstruktion *Zalinski* oder *Graydon* und zwei Lancierrohren für Whitehead-Fischtorpedos. Die näheren Angaben schwanken beträchtlich, und auch die Zeichnungen, soweit sie erschienen sind, geben wenig zuverlässige Details, was ganz natürlich ist, denn obige Marinekommission soll zum sofortigen Ankauf des *„Holland“* geraten haben, „um ein Bekanntwerden des Geheimnisses zu verhüten“, auch dafür

---

[20]) *Deutsche Marine-Ztg.*, 21. Mai 1899. *Buch für Alle*, 6. 1897. *Berliner Illustrierte Zeitung*, 1899.

[21]) *Busley*'s Vortrag, 5. Dezember 1899 zu Charlottenburg.

[22]) *Electrical Review*, 1885, brachte eine Beschreibung. *Gäa*, 1887 S. 430. Sonst über amerikanische Boote *Mitteilungen aus dem Gebiete des Seewesens*, Jahrgang 1885 bis 1900. *Army and Navy Journal*. *New York Herald*, Juli 1897. *Echo*, 1899. *Iron*, 1892.

[23]) *Iron*, 1892 und Januar 1893. *Deutsche Heeres-Zeitung*, 1. Juni 1892. *Mitteilungen aus dem Gebiete des Seewesens*, 7. 1895.

[24]) *Deutsche Marine-Rundschau*, 9. 1897.

[25]) Für *Holland*-Boote sind folgende Quellen benutzt: *Allgemeine Militär-Zeitung*, 1893 Nr. 66. *United Serv. Mag.*, Philadelphia, 6, 1893. *Deutsche Marine-Rundschau*, 9. 1897. *Mitteilungen aus dem Gebiete des Seewesens*, 7. 1895; 6. 1896; 2. 1900. *Deutsche Marine-Zeitung*, 3. Mai 1899. *Armg and Navy Journal*, Januar 1900.

[26]) Nach *D. p. J.* 1900 **315** 113 besteht die Besatzung aus nur 7 Personen, auch soll das Boot bei 16,2 m Länge, 3,3 m Durchmesser nur 75% Wasser verdrängen, ein weiterer Beleg für die Unsicherheit der Meldungen.

gewesen sein, eine Schule zu errichten, in welcher das Personal für Unterseebote auszubilden sei.

Nach *D. p. J.* 1900 **315** 179 leistet der bei der *Electric Dynamic Comp.*, Philadelphia, gebaute Motorgenerator bei 800 Umdrehungen 50 PS, bei 1200 Umdrehungen 150. Eine Gasolinmaschine soll das Boot über Wasser mit 11,12 km Fahrt treiben, während es unter der Oberfläche 6 Stunden hindurch 8 km stündlich durchlaufen kann. Das wären geringe, längst weit übertroffene Geschwindigkeiten, denn 11,12 km sind gleich 6 unter der Oberfläche, 4,32 Meilen gegen etwa 14 und 8 des „*Gustave Zédé*".

Jene Uebungen im November 1899 verliefen — aller Aufbauchungen entkleidet — folgendermassen: „*Holland*" lief, voll ausgerüstet und mit drei — ungeladenen — Torpedos an Bord, in 6,07 m Tiefe über Deck tadellos. Beim Angriff ging es auf 1,8 m Tiefe über Deck 1 Meile (1852 m) in 9 Minuten durchlaufend gegen ein durch Flaggenstangen markiertes Ziel vor, tauchte 122 m vor demselben auf und gab nach 10 Sekunden gegen dasselbe einen 378 kg[27]) schweren Torpedo ab, welcher das Ziel auf 7,6 m Entfernung passierte. „*Holland*" sank nach dem Schuss, wandte auf dem 1½fachen seiner Länge und kehrte zum Ausgangspunkt zurück. Auf einer zweiten Fahrt tauchte „*Holland*" mehrfach nach Belieben, lancierte Torpedos und lief gegen Strom und Wind eine Viertelmeile, an der Oberfläche 8 Meilen. Soweit die nackten Berichte, an denen mancherlei weniger glänzend erscheint. So ist die Leistung eine Viertelmeile, also ganze 463 m, ferner 8 Meilen Fahrt zu machen, während man vorher von 14 und auch 18 Meilen stundenlang einzuhalten sprach, nichts Besonderes, und das erschreckend genau vor dem Ziele erfolgte Auftauchen dürfte in Wirklichkeit wohl sich anders gestalten. Jedenfalls aber sind diese Leistungen niemals übertroffen, so dass nur das Zögern etwas befremdlich erscheint, das die Marinebehörden beim Kauf auch jetzt noch zeigen.

Man weist darauf hin, dass eine Verteidigung New Yorks durch Unterseeboote fünfzig „*Hollands*" bei Long Island notwendig machen würde. Das ist etwas „amerikanisch" gedacht und ist gewissermassen erklärlich für das Zögern, denn eine solche Beschaffung ist nicht billig und sie erfordert sehr bedeutende Kosten für Anlage von Depots, Häfen, Docks, Aufschleppvorrichtungen, sowie für Ausbildung eines grossen Personals nach bisher unbekannten Grundlagen. Zudem haben die Vereinigten Staaten mehr als zwanzig grosse Häfen zu verteidigen, die sich gegenseitig mit solchen Fahrzeugen nicht unterstützen können, und endlich wird sobald keiner leitenden Marinebehörde einfallen, neben der, trotz aller Unterseeboote, ganz unentbehrlichen Flotte ein halbes Tausend unterseeischer Fahrzeuge nur für Defensivzwecke beschaffen zu wollen. Die Amerikaner haben vor Havana, St. Jouan de Puertorico und namentlich vor San Jago de Cuba glänzende Gelegenheiten gehabt, die Brauchbarkeit und oft betonte Furchtbarkeit ihrer zahlreich vorhandenen, gerühmten und aller Welt zum Kauf angebotenen Unterseeboote zu erweisen. Bessere Gelegenheiten wie vor San Jago mit seiner miserabel gesperrten und verteidigten Einfahrt und dem schlecht ausgerüsteten und bemannten Geschwader *Cerveras* in der Bai, gibt es für Unterseeboote nicht, um zu zeigen, dass sie überhaupt etwas leisten können. Die Gelegenheiten in den letzten Kriegen sind unbenutzt geblieben, man sprach von den Fahrzeugen gar nicht; jetzt, nach den Kriegen, sind sie wieder furchtbar, aber ausser Frankreich und den Vereinigten Staaten glaubt man nicht recht an diese Furchtbarkeit, und in diesen beiden Staaten hat in solchen Angelegenheiten das Publikum häufig mehr zu sagen als die Marinebehörde. Es ist zu bezweifeln, ob Amerika sich Unterseebootflotten beschaffen wird. Der Wille war bereits 1864 vorhanden, als, nach dem Auftreten des „*Stromboli*", der Kongress beschloss, zwanzig „*Strombolis*" bauen zu lassen, jedoch die Ausführung unterblieb. So wird denn voraussichtlich Frankreichs Marine die einzige vorläufig bleiben, welche so zahlreiche Unterseeboote besitzt, dass sie im Kriegsfall ihr Vorhandensein nicht gut mit Stillschweigen übergehen kann, und sie in den Docks, beschaulicher Ruhe pflegend, liegen lässt, wie das mit allen neueren Booten — soweit sie mit Maschinen getrieben werden — bisher in Kriegszeiten der Fall gewesen ist, während sie in Friedenszeiten zahlreich sich zeigen. Experimente auf diesem Gebiet sind sehr interessant, aber auch sehr teuer. So existiert ein Brief des russischen Oberst *Scheliha* von 1872 an die Redaktion der *Army and Navy Gazette*, in dem er mitteilt, dass die Versuche mit einem Unterseeboot, ausgestattet mit allen Neuheiten, damals bereits 60000 Pfd. Sterl. gekostet hätten, und wenn daher die deutsche Marineleitung für kostspielige Ausgaben nicht zu haben ist, bevor die Leistungen der Unterseeboote durch den Krieg als wirklich sichere und genügende erkannt sind, so ist das wohl erklärlich, namentlich da eine begreifliche Scheu davor herrscht, die durch die rapide fortschreitende Technik immer komplizierter sich gestaltenden und schwerer zu handhabenden Seewaffen noch um eine weitere, besonders difficile, zu vermehren. Die Fortschritte auf dem Gebiet des Unterseebootwesens können deshalb doch scharf beobachtet werden, was auch sicherlich geschieht.

[27]) Nach *Mitteilungen aus dem Gebiete des Seewesens*, Pola, II. 1900. Nach *D. p. J.* 1900 **315** 179 und *Royal United Service Institution* wog der Torpedo 450 kg bezw. 840 Pfd. engl. = 382 kg, was im Grunde genommen gleichgültig ist.

Benutzung der Hochofengase zur Krafterzeugung durch Gasmotoren.

„Wir stehen im Beginn einer der grössten Umwälzungen des Maschinenbetriebes, die sich im Hüttenwesen vollziehen wird und vollziehen muss, weil der treibende Wunsch nicht Neuerungsucht, sondern das notwendige Bestreben ist, wirtschaftlich vorteilhafter zu arbeiten, ein Bestreben, dem gerade das deutsche Hüttenwesen in allen seinen Zweigen seinen grossartigen Aufschwung verdankt. Diese Umwälzung muss dann auch mächtig auf alle anderen Betriebe zurückwirken, bei denen der Dampfbetrieb durch einen wirtschaftlich besseren ersetzt werden kann."

Mit diesen Worten begrüsst *Riedler* in seinem Buche „*Schnellbetrieb*" die Entwickelung des Grossgasmotorenbaues in den letzten Jahren und prophezeit ihm eine grossartige Entwickelung in der nächsten Zukunft. Wir wollen im folgenden berichten, inwieweit der Anfang dazu schon gemacht ist, und schliessen uns dabei im allgemeinen den Ausführungen an, welche *Bryan Donkin* kürzlich im *Engineer* veröffentlicht hat[1]), nicht ohne jedoch auch die eine oder andere der weiter unten genannten Schriften bei unseren Mitteilungen zu benutzen.

Der eigentliche Gasmotorenbau ist überhaupt erst ein Vierteljahrhundert alt; konnte man doch von einer wirklich lebensfähigen Maschine erst sprechen, als *Otto* 1876 mit seiner grossen Erfindung hervortrat. Aber schon jetzt können wir drei Phasen in der Entwickelung des Gasmotors unterscheiden.

In der ersten benutzte man nur das Leuchtgas und baute nur ganz kleine Maschinen von wenig Pferdestärken, da nur dann bei dem hohen Preise des Leuchtgases die neue Betriebskraft der Dampfkraft gegenüber konkurrenzfähig war.

[1]) Vgl. *Engineer*, Bd. LXXXVIII Nr. 2291, 2293, 2294 vom 24. November, 8. und 15. Dezember 1899.



In der zweiten Phase stellte man besondere Apparate, Generatoren, auf, in denen man ein Gas von viel geringerem Heizwert, etwa 1/5 von dem des Leuchtgases erzeugte, dessen Herstellung aber so ungemein billig ist, dass eine Konkurrenz mit den besten Dampfmaschinen ermöglicht wird. Die Grösse der Gasmotoren wuchs in dieser Periode langsam an bis zu etwa 200 PS im Maximum.

Da nahm, seit dem Jahre 1897 etwa, die Entwickelung einen ungeahnten Aufschwung infolge der Benutzung der Hochofengase als Krafterzeuger in Gasmotoren, und heute, nach so wenigen Jahren, ist man schon zum Bau von 1200 bis 1500pferdigen Maschinen gelangt.

Früher, noch vor 25 Jahren, boten die Hochöfen dem Beschauer ein grossartiges Schauspiel dar, da man die gesamten bei dem Verhüttungsprozess entstandenen Gase beim Austritt aus den Oefen anzündete, wo sie dann mit mächtiger Flamme verbrannten. Man sah aber ein, welch eine enorme Energieverschwendung damit verbunden war, welch eine ungeheure Menge Wärme unausgenutzt verloren ging, und so führte man die Gase zum Teil unter Dampfkessel, um auf diese Weise die für den Hochofen notwendige Kraft zu erzeugen, zum Teil verbrannte man sie in den Winderhitzern, in denen die Gebläseluft für die Hochöfen bis zu hohen Temperaturen, gegenwärtig bis zu 850° C., vorgewärmt wird. Aber die Ausnutzung der Wärme ist bei diesem Verfahren schlecht, und es lassen sich, wenn man statt dessen die Hochofengase direkt im Gasmotor arbeiten lässt, ganz bedeutende Ersparnisse herbeiführen. Man ist bis jetzt, da der Brennstoff ja nichts kostete und nur als Nebenprodukt bei der Eisendarstellung gewonnen wurde, mit diesen Gasen recht verschwenderisch umgegangen; daher verbrauchen namentlich die Winderhitzer unverhältnismässig viel mehr Gas, als die Theorie fordert. Es ist aber kein Zweifel, dass hierin eine Aenderung sofort eintreten wird, sobald man eingesehen hat, ein wie wertvoller Krafterzeuger das Hochofengas für uns ist. Unter der Annahme, dass man die Konstruktion der Winderhitzer nun so verbessert habe, dass es möglich ist, 85 % der durch die verbrannten Gase in ihnen freigewordenen Wärme in die Gebläseluft überzuführen, stellt *Lürmann* in einem Vortrage, den er in Düsseldorf auf der Hauptversammlung des Vereins deutscher Eisenhüttenleute 1898 gehalten hat [2]), folgende Rechnung auf: Unter bestimmten Annahmen werden für 1 t Roheisen 4633 cbm Hochofengase vom Heizwerte 906,5 Wärmeeinheiten erzeugt. Von diesen gehen etwa 10 % durch das Gichten und Undichtigkeiten in den Leitungen verloren, etwa 28 % werden zur Winderhitzung gebraucht, so dass noch 62 % oder 2870 cbm zur Krafterzeugung übrig bleiben. Es sind nun von *Lürmann* drei Fälle angenommen: 1. kann man, wie das jetzt geschieht, diese 2870 cbm Gase unter Dampfkesseln verbrennen; 2. kann man den einen Teil derselben, der die zum Betriebe des Hochofens nötige Kraft liefert, unter Dampfkesseln verbrennen, den anderen dagegen in Gasmotoren arbeiten lassen; 3. kann man die gesamten 2870 cbm Gase in Gasmaschinen nutzbar machen. Es ergibt sich, dass dann, wenn man den Kraftbedarf des Hochofens selbst abzieht, für andere Zwecke noch übrig bleiben:

im Falle 1 . . . . 3,46 PS/Std.
„ „ 2 . . . . 12,50 „
„ „ 3 . . . . 28,16 „

für 1 t erzeugtes Roheisen.

Da in Deutschland im Jahre 1898 20280 t Roheisen im Tage erzeugt sind, so würden für andere Zwecke noch nutzbar zu machen sein:

im Falle 1 . . . 70000 PS/Std.
„ „ 2 . . . 253500 „
„ „ 3 . . . 570000 „

oder im Falle 3 500000 PS/Std. mehr als im Falle 1. Nehmen wir an, wir sollten diese Anzahl von Pferdestärken mit Dampfmaschinen erzeugen, die 1 kg Kohle für 1 PSe/Std. gebrauchen, und der Preis der Kohle betrage für 1 t 10 M., so würde sich für den Fall 3 gegenüber dem Falle 1 eine Ersparnis von

500 . 10 . 365 . 24 = 43,8 Mill. M.

im Jahr für die deutsche Eisenindustrie ergeben. Wenn nun auch diese zum Teil auf rein theoretischen Erwägungen beruhende Zahl wohl viel zu hoch gegenüber der wirklichen Ersparnis ist, so gibt sie doch eine Vorstellung davon, welcher grosse Nutzen sich durch eine allgemeine Einführung des Gasmotorenbetriebes auf Hochofenwerken erreichen lässt. Dabei ist noch ganz ausser acht gelassen, dass die sonstigen Betriebskosten, für Abschreibung, Verzinsung, Bedienung, Schmierung und Reparaturen, zusammengenommen nach Angaben von *Joh. Körting* [3]) für eine Gasmaschinenanlage von 400 PS um etwa 23 % geringer sind, wie für eine gleich grosse Dampfmaschinenanlage.

Aber den grossen Vorteilen, die sich aus den angeführten Zahlen ersehen lassen — und diese werden auch von anderen in ziemlich derselben Grösse angegeben [4]) — standen zu Anfang die schwersten Bedenken gegenüber, die jedoch heute wohl als gehoben bezeichnet werden können. Wir führen davon folgende an:

Zunächst glaubte man, dass infolge des geringen Heizwertes des Hochofengases, etwa 1000 W.-E. für 1 cbm Gas, die Abmessungen der Maschinen im Verhältnis zu Leuchtgasmotoren überaus gross werden müssten. Man hat aber zu bedenken, dass für Leuchtgasmotoren das Mischungsverhältnis von Luft zu Gas bedeutend grösser sein muss, als bei diesen Gasen, die einen beträchtlichen Prozentsatz indifferenter Gase, wie Stickstoff und Kohlensäure, enthalten [5]).

So kommt es, dass das Volumen der angesogenen Ladung nur wenig, etwa 20 %, grösser ist, als es bei einem Leuchtgasmotor von derselben Grösse sein müsste.

Die grössere Kompression, die man solchen heizwertarmen Gasen geben kann, ohne Vorzündungen befürchten zu müssen, sorgt dafür, dass die Zündung ebenso leicht und gleichmässig stattfindet wie bei Leuchtgas und macht damit einen zweiten Einwand zu nichte, den man gegen die Benutzung der Hochofengase im Gasmotor erhoben hatte.

Ein drittes Bedenken, dass die Zusammensetzung und der Druck des Gases so schwankend sein würden, dass an einen regelmässigen Betrieb nicht zu denken sei, ist durch die Praxis vollkommen widerlegt worden; die Gasglocken, die man der Vorsicht halber in die Leitungen einschaltete, haben sich meist als unnötig oder doch als viel zu gross erwiesen.

Eine Hauptschwierigkeit aber schien durch den Staub hervorgerufen zu werden, der sich stets in den Gichtgasen findet. Zwar fällt ein grosser Teil davon in den Leitungen nieder, ein anderer Teil, der mit in den Cylinder gelangt, wird beim Auspuff mit den Abgasen fortgeführt, aber doch ist fast stets eine Reinigung nötig. Dieselbe wird je nach den verschiedenen Verhältnissen verschieden ausgeführt, teils ganz auf trockenem Wege, teils unter gleichzeitiger Benutzung von Wäschern. Die Reinigungsapparate gleichen denen in Kraftgasanlagen. Es sind Koksskrubber und Sägemehlreiniger. *Thwaite* wendet bei seiner Anlage in den *Glasgow-Eisenwerken* zu Wishaw noch ausserdem eine elektrische Reinigung an, indem er elektrische Funken durch das Gas schlagen lässt, um dadurch den Metallstaub auszuscheiden. Ueber die Brauchbarkeit dieses Apparates ist nichts bekannt geworden; jedenfalls gelingt aber die Reinigung auch bei stark metallhaltigem Staube auf dem gewöhnlichen Wege. Läuft doch in Friedenshütte ein Motor der *Gasmotorenfabrik Deutz*, ohne irgend welche Schwierigkeiten zu bereiten, obgleich dort 30 % Zinkstaub in den Gase enthalten sind. Allerdings gelang dies erst nach langwierigem Ausprobieren der Reinigungsapparate. Ueberhaupt scheint es, dass die Schwierigkeiten, welche durch den Staub hervorgerufen werden, stets zu überwinden sind, wobei allerdings in jedem Falle die betreffenden örtlichen

[2]) Vgl. Stenographisches Protokoll der Hauptversammlung des Vereines deutscher Eisenhüttenleute am 23. April 1899. *Stahl und Eisen*, Nr. 9, 10 und 11.

[3]) *Zeitschrift des Vereines deutscher Ingenieure*, 1899 S. 197.

[4]) Vgl. z. B. *Jacoupy*, *Bulletin de la Société d'encouragement de l'industrie nationale*, 1899 S. 797 ff.

[5]) *Jacoupy* a. a. O. führt z. B. folgende Analyse an:

CO_2	16 %
CO	28 %
H	1 %
N	50 %
Verschiedenes	5 %
	100 %

Verhältnisse besonders zu berücksichtigen sind. Ausserdem sollte auch der Motor von vornherein so konstruiert werden, dass ein Ablagern von Staub in Vertiefungen und Ecken möglichst vereitelt wird.

Man hatte schliesslich befürchtet, dass Staubteile, welche Alkalien, Erden oder Metalloxyde enthalten, sich mit dem Schmieröl chemisch verbinden, dann bei den hohen Temperaturen verkoken, also in feste Verbindungen übergehen und Verstopfungen in den Kanälen herbeiführen würden. Jedoch hat die Praxis gelehrt, auch die hierdurch entstehenden Schwierigkeiten zu überwinden.

So war denn für den Gasmotorenbau nur noch eine Schwierigkeit zu besiegen, die allerdings anfangs unüberwindlich erschien: die Hüttenindustrie brauchte Motoren von 1000 bis 1500 PS, also einer Grösse, wie sie bis dahin von Gasmotoren nicht annähernd erreicht war.

Der eincylindrige Viertaktmotor nimmt leicht Abmessungen an, die die Herstellung sehr schwierig und teuer machen, die Dichtung erschweren und die Wirksamkeit des Kühlmantels bis unter ein zulässiges Mass verringern; der Raum, dessen Temperatur eine gewisse Grenze nicht überschreiten darf, weil dann ein Verbrennen des Schmiermaterials und ein Fressen des Kolbens stattfindet und Vorzündungen zu befürchten sind, nimmt nämlich mit dem Kubus des Durchmessers zu, während die Kühlfläche nur dem Quadrate des Cylinderdurchmessers proportional wächst.

Um nun allzu grosse Abmessungen zu vermeiden, sind bisher zwei Wege eingeschlagen worden: einmal hat man den bekannten und bewährten *Otto*'schen Viertakt beibehalten, die Cylinder nur bis zu einem gewissen Durchmesser gebaut und die grössern Maschinen aus mehreren Eincylindermaschinen zusammengesetzt, indem man die Schubstangen auf eine gemeinsame, mehrfach gekröpfte Schwungradwelle arbeiten liess. Diesen Weg hat z. B. die *Gasmotorenfabrik Deutz* eingeschlagen, die bis zu 250 PS in einem Cylinder erzeugt und also eine 500pferdige Maschine als Zwillings-, eine 1000pferdige als Viercylindermaschine baut. Die letztere stellt sich nicht teurer, ja bei hohem Ungleichförmigkeitsgrade, wie er bei elektrischen Betrieben gefordert wird, namentlich des bedeutend leichteren Schwungrades wegen, wesentlich billiger als ein gleich grosser Eincylindermotor. Das zeigt folgende von Direktor *Münzel*-Deutz veröffenlichte Zusammenstellung für die Preise einer 1000pferdigen Anlage.

Ungleichförmigkeitsgrad	Verhältnismässige Preise verschiedener Motortypen:			
	Eincylindermotor	Zwilling	Zweicylindermotor mit gegenüberliegenden Cylindern	Viercylindermotor
1/25	1	1,05	0,90	0,95
1/70	1	0,90	0,85	0,75
1/125	1	0,75	0,75	0,60

Ausserdem wird auch die Gleichförmigkeit des Ganges bei Ausbleiben der Zündung in einem der Cylinder nicht so gestört, als wenn nur ein Cylinder da ist und in diesem einmal die Zündung versagt.

Der zweite Weg, um zu grossen Maschinen mit nicht zu grossen Abmessungen zu gelangen, ist jedoch der, dass man den Viertakt ganz verlässt und zum Zweitaktmotor übergeht. Der Unterschied zwischen beiden besteht darin, dass bei ersterem zwei volle Hübe des Arbeitskolbens zum Hinausschaffen der Verbrennungsrückstände und zum Ansaugen des frischen Gemisches nötig sind, beim Zweitaktmotor dagegen der Auspuff nur einen geringen Teil eines Hubes einnimmt und die Bildung des neuen Gemisches in einem besonderen Cylinder stattfindet, der vom Arbeitscylinder getrennt ist. Von dort wird die frische Ladung in den Arbeitscylinder etwa im Totpunkte hinübergeschafft und dann in demselben in gewöhnlicher Weise komprimiert, so dass bei jedem zweiten Hube, also bei jeder Umdrehung einmal, eine Zündung stattfindet. Naturgemäss ist daher für dieselbe Leistung nur die halbe Kolbenfläche nötig als beim Viertaktmotor; dagegen wird die Einfachheit der Maschine durch das Hinzukommen eines zweiten Cylinders verringert. In Bezug auf die übrigen Vorteile und Nachteile des Zweitaktmotors verweisen wir auf die unten folgende eingehende Beschreibung des Motors von *Oechelhäuser*. Uebrigens hat man auch teilweise trotz der grossen Abmessungen selbst für ganz grosse Maschinen an dem Eincylinder-Viertaktmotor festgehalten, wie z. B. aus einer Schilderung eines 500 PS starken Motors von *Cockerill* in Seraing hervorgeht, die wir weiter unten geben. Ueber die ganze Frage kann eine endgültige Entscheidung heute noch nicht gefällt werden.

Wer zuerst eine Gasmaschine mit Hochofengas betrieb, darüber sind die Ansichten geteilt. Während *Lürmann* in seinem oben erwähnten Vortrage dieses Verdienst dem *Hörder Bergwerks- und Hüttenverein* zuschreibt, sind andere der Ansicht, dass man fast gleichzeitig und unabhängig voneinander in Deutschland, Belgien und England auf diesen Gedanken kam[6]).

In dem letzten Lande stellte zuerst *Thwaite* 1895 eine 30pferdige Maschine in den *Glasgow-Eisenwerken* in Wishaw auf. Es war ein Viertaktmotor, System *Acmé*, der eine Dynamomaschine antrieb und zur Zufriedenheit arbeitete. Aber da man dort die Hochöfen mit schottischer Kohle, statt wie gewöhnlich mit Koks beschickt, so ist das Gas reicher an brennbaren Gasen als das gewöhnliche Hochofengas, und man konnte daher die dort gewonnenen Resultate nicht auf normale Verhältnisse anwenden. Eine kleine 25pferdige Maschine wurde 2 Jahre später in den *Frodingham-Eisenwerken* bei Doncaster aufgestellt. Ausserdem arbeitet noch eine 160pferdige Maschine in Barrow-in-Furness und einige grosse, neue Anlagen sind geplant. Im allgemeinen aber haben sich die englischen Ingenieure

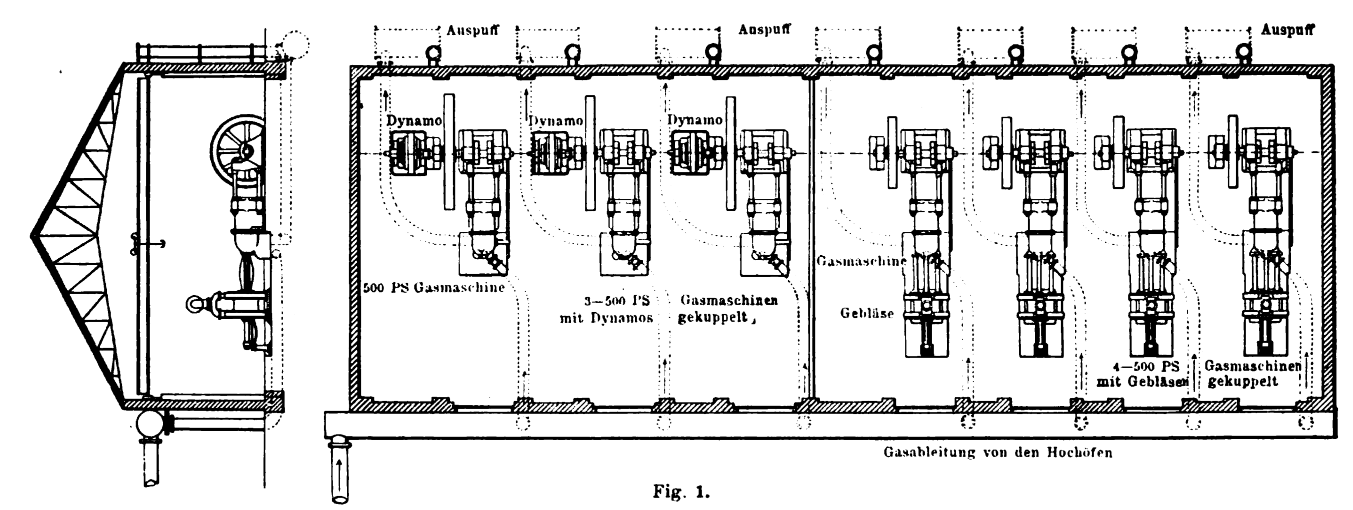


Fig. 1.
Eisenwerke Differdingen, Gasmaschinen mit Dynamos und Gebläsen direkt gekuppelt.

[6]) Vgl. z. B. *E. Meyer*, *Zeitschrift des Vereines deutscher Ingenieure*, 1899 S. 554 ff.

auf diesem Gebiete von ihren Kollegen auf dem Kontinent weit überholen lassen, was um so unbegreiflicher ist, als die Roheisenerzeugung Englands heute noch die bedeutendste aller europäischen Staaten ist [7]).

Wenden wir uns jetzt dem Kontinent zu und betrachten zunächst das Ausland, so kommen hier vor allem die Werke von *John Cockerill* in Seraing bei Lüttich in Betracht, wo der Ingenieur *Bailly*, ebenfalls im Jahre 1895, zuerst auf den Gedanken kam, die Hochofengase direkt im Gasmotor arbeiten zu lassen. Man betrieb dort zunächst einen kleinen 4pferdigen Motor, einen sogen. Simplex-Motor, wie die in Frankreich sehr verbreitete Bauart genannt wird. Er unterscheidet sich von den in Deutschland üblichen Motoren nicht prinzipiell, sondern nur in Einzelheiten der Konstruktion; so z. B. findet die Zündung des Gemisches dadurch statt, dass durch die Steuerung ein kleiner Schieber geöffnet und so der Kompressionsraum mit einer Kammer

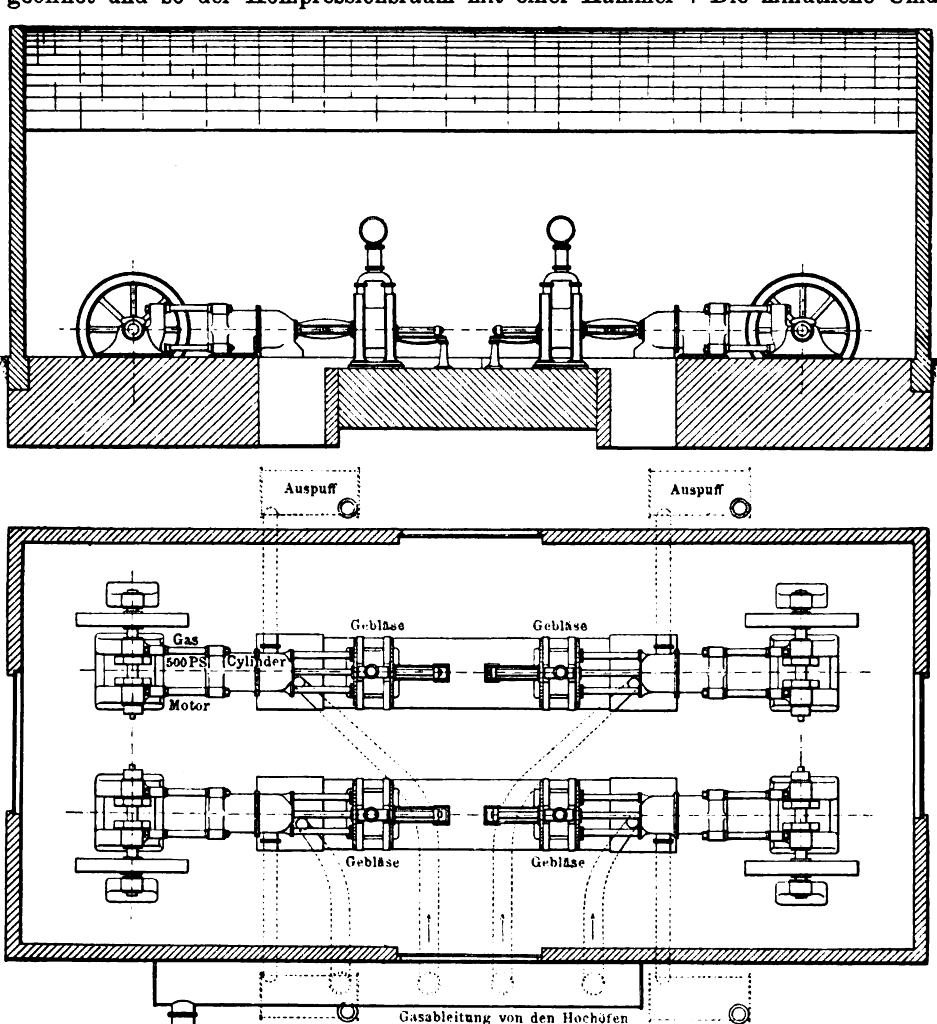


Fig. 2.
Simplex-Gasmaschine auf den Werken zu Seraing.

in Verbindung gesetzt wird, in der fortdauernd elektrische Funken erzeugt werden, und nicht nur ein einzelner für jede Explosion besonders. Dadurch soll eine sicherere Zündung erreicht werden. Ob hierzu thatsächlich ein Bedürfnis vorliegt, lassen wir dahingestellt. Nach einigem Probieren und Verbesserungen an den arbeitenden Teilen lief die kleine Versuchsmaschine anstandslos 18 Monate, und dann erst ging man daran, eine grosse 200pferdige Maschine zu bauen, welche im April 1898 zu arbeiten begann. Als man jedoch nach einigen Wochen Ablagerungen von Staub in den Eintrittskanälen und der Kompressionskammer bemerkte, wurde die Maschine von *Delamare*, dem Konstrukteur des Simplex-Motors, vollständig umkonstruiert und läuft nun seit Oktober 1898 ohne jede Störung, sogar mit ausgeschalteter Reinigungsanlage.

[7]) Vgl. *Zeitschrift des Vereines deutscher Ingenieure*, 1900 Nr. 12 vom 24. März S. 381.

Nach diesen günstigen Erfolgen haben die Werke zu Seraing angefangen, die ihnen in den Hochofengasen zu Gebote stehende Triebkraft im grossartigsten Massstabe auszunutzen und gleichzeitig begannen sie, auch für andere Werke grosse derartige Anlagen zu liefern. So haben sie für Differdingen in Luxemburg eine Anlage von 4 × 500 PS zum Antrieb der Hochofengebläse, von 3 × 500 PS zum Antrieb von Dynamomaschinen errichtet (vgl. Fig. 1) und für ihren eigenen Bedarf eine Anlage von 4 × 500 PS zum Antrieb der Hochofengebläse (vgl. Fig. 2). Ueber diese Maschinen sind kürzlich [8]) einige interessante Angaben gemacht worden. Sie besitzen horizontale Tandemanordnung; der Gebläsecylinder steht hinter dem Motorencylinder, und der Kolben des Gebläses sitzt auf der verlängerten Motorkolbenstange. Der Hub ist 1400 mm, der Durchmesser des Motorkolbens 1300 mm, der des Gebläsekolbens 1700 mm. Die minutliche Umdrehungszahl ist 80. Es wird direktes Hochofengas ohne irgend welche Reinigung benutzt, nur findet in einer eisernen Kammer eine Abkühlung bis auf etwa 20° durch Einspritzen von Wasser mittels *Körting*scher Streudüsen statt. Irgend welche Schwierigkeiten, insbesondere mit der Dichtung des Motorenkolbens, sind bis jetzt nicht aufgetreten. Das Anlassen geschieht durch Explosion eines Luft-Petroleumdampfgemisches, welches man vorher in den Kompressionsraum pumpt. Von den riesigen Massen, welche hier in Bewegung gesetzt werden, erhält man eine Vorstellung, wenn man bedenkt, dass das Schwungrad von 5 m Durchmesser 35 t und die Kurbelwelle 20 t wiegt.

In Deutschland war unbestreitbar der *Hörder Bergwerks- und Hüttenverein* der erste, welcher eine Gasmaschine mit Hochofengasen in Betrieb setzte. Er beauftragte die *Gasmotorenfabrik Deutz*, zunächst einen kleinen Versuchsmotor von 12 PS aufzustellen, der dann auch im Jahre 1895 der Benutzung übergeben wurde und so zufriedenstellend arbeitete, dass man den Bau einer 600pferdigen Anlage beschloss. Da die Lieferzeit der *Gasmotorenfabrik Deutz* zu lang war, so wurde die Anlage der *Berlin-Anhaltischen Maschinenbau-Aktiengesellschaft* übertragen, die dort zum erstenmal in dem *Oechelhäuser*-Motor eine sehr eigenartige und interessante Maschine aufstellte. Um die grossen Abmessungen zu vermeiden, hat man hier den zweiten oben angedeuteten Weg eingeschlagen: man ist zum Zweitaktmotor übergegangen. Jetzt hat die *Aschersleben Maschinenbau-Aktiengesellschaft* den Bau dieser Maschinen übernommen, und zwar hat sie ihnen die Gestalt gegeben, welche aus Fig. 3 hervorgeht, die einen horizontalen Schnitt durch den Arbeitscylinder zeigt. Fig. 4 gibt ein an diesem Motor abgenommenes Indikatordiagramm wieder. In einem langen Cylinder bewegen sich zwei Kolben K_1 und K_2 in entgegengesetzter Richtung; beide arbeiten auf eine und dieselbe dreifach gekröpfte Kurbelwelle, und zwar der eine Kolben direkt auf die mittlere Kurbel, der andere vermittelst einer Traverse und zweier Schubstangen auf die beiden äusseren Kurbeln, welche gegen die mittlere um 180° versetzt sind. Von der Traverse aus wird ausserdem noch eine doppeltwirkende Luftpumpe G angetrieben. Befinden sich die Kolben in ihren inneren Totpunkten, so bilden sie zwischen sich den Kompressionsraum. Nehmen

[8]) *Engineering* vom 19. Januar 1900 und *Stahl und Eisen* vom 1. Januar 1900.



wir an, der Motor sei im Betriebe, und es enthalte dieser Raum eine Mischung von Hochofengas und Luft von etwa 8 bis 10 at Ueberdruck. Wird jetzt diese Mischung elektrisch entzündet, so fliegen die beiden Kolben nach aussen und wirken auf die Kurbelwelle im gleichen Sinne. Ziemlich gegen Ende des Hubes, im Diagramm beim Punkte *a*, legt der Kolben K_1 Schlitze *C* frei, durch welche die verbrannten Gase in den Auspuff *Ra* stürzen können. Gleichzeitig gibt der Kolben K_2 Schlitze *A* frei, welche mit der Luftkammer *R* in Verbindung stehen. In dieser befindet sich Luft von etwas über Atmosphärenpressung, welche der Kolben der Luftpumpe *G* auf der vorderen Seite durch die Oeffnung *S* angesogen und durch *D* in die Luftkammer *R* hineingedrückt hat. Sobald nun die Schlitze *A* freigegeben sind, strömt diese Luft in den Cylinder, treibt die noch vorhandenen Verbrennungsrückstände vor sich her zu den Schlitzen *C* hinaus und bewirkt ausserdem noch eine sehr energische innere Kühlung des Cylinders. Inzwischen sind aber die Kolben noch weiter auseinander gegangen und K_2 gibt dabei kurz vor seinem äusseren Totpunkte die Schlitze *Q* frei, welche ihrerseits mit dem hinteren Teile der Luftpumpe in Verbindung stehen. Dieser hat durch *N* Gas und Luft angesogen und es durch *O* in den Mischungsraum *P* gedrückt, indem es nun unter derselben Pressung steht wie die Luft in *R*. Sobald die Schlitze *Q* geöffnet sind, tritt diese Mischung in den Cylinder ein und wird beim Zurückgehen der Kolben komprimiert.

Um Verluste von Gas durch die offenen Auspufföffnungen zu vermeiden, sind die Abmessungen des Arbeitscylinders so gewählt, dass die grösste angesaugte Ladung, bei maximaler Geschwindigkeit der Maschine, höchstens 70 % des ganzen Cylindervolumens beträgt. Soll die Geschwindigkeit in kleinen Grenzen geregelt werden, so geschieht das dadurch, dass der Regulator das Mischungsverhältnis von Luft zu Gas verändert; falls grössere Grenzen statthaft sind, so wird, da das dann ökonomischer ist, die Menge des angesaugten Gemisches verändert. Der Regulator muss demnach gleichzeitig auf den Gaszuflusshahn *H* und das Rücklaufventil *V* wirken. Wird nämlich dieses letztere geöffnet, so kann ein Teil der Mischung aus dem Rohre *O* in das Saugrohr *N* übertreten. Aus dieser Beschreibung geht einmal hervor, dass mit Ausnahme des kleinen Ventiles *V* die ganze Steuerung ohne Ventile geschieht, was bei solch grossen Motoren, wo sonst die Ventilstangen sich leicht durch das Heisswerden verziehen, die Ventile dann hängen bleiben und schlecht dicht zu halten sind, eine sehr grosse Annehmlichkeit bildet. Ausserdem sind aber auch alle Ecken und Höhlungen im Arbeitscylinder hierdurch vermieden, in denen sich der Staub absetzen könnte. Namentlich diese Eigenschaft dürfte den Motor für Hochofengase besonders geeignet machen. Zweitens ist ohne weiteres ersichtlich, dass die Abmessungen einer solchen Maschine nur den vierten Teil von denen eines gleich starken eincylindrigen Viertaktmotors zu betragen brauchen, da wir es hier mit einem im Zweitakt und mit zwei Kolben arbeitenden Motor zu thun haben. So hat z. B. eine Maschine von 500 PS_e einen Cylinderdurchmesser von 650 mm, eine Maschine von 1000 PS_e einen Cylinderdurchmesser von 935 mm. Es sind denn auch eine ganze Reihe solcher Motoren bis zu einer Grösse von 1000 PS im Bau begriffen.

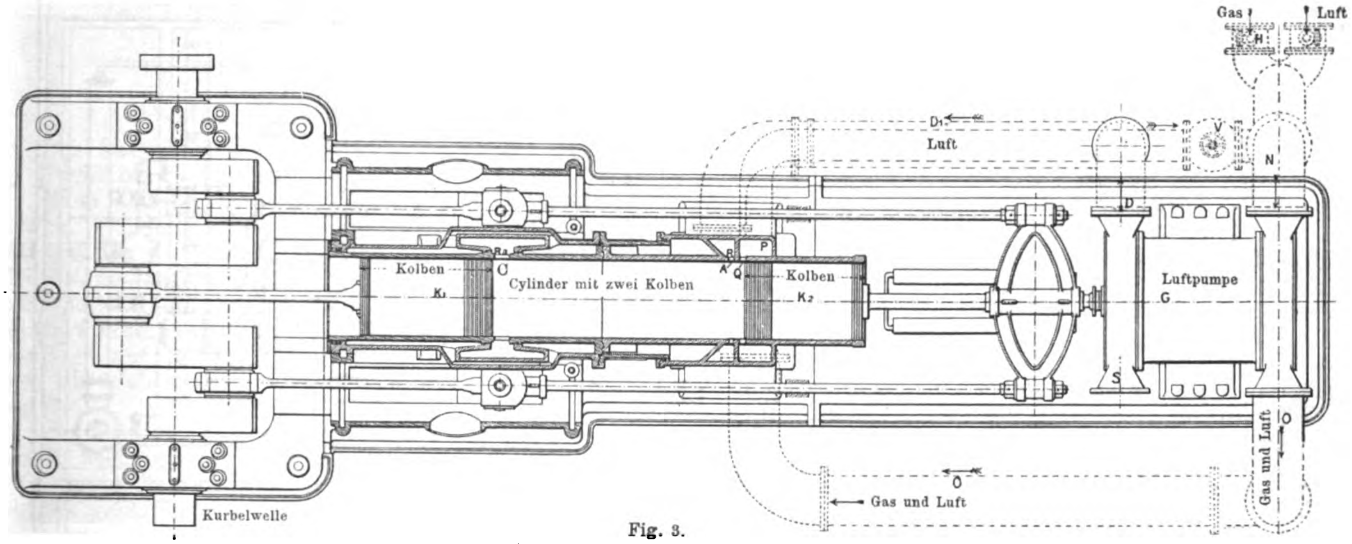


Fig. 3.

300- bis 600pferdiger Oechelhäuser Zweitakt-Gasmotor.

Das Bedeutendste aber leistet auf diesem Gebiete die *Gasmotorenfabrik Deutz*, welche schon einige grosse Anlagen für Hochofengas aufgestellt hat (vgl. Fig. 5), so fünf 200pferdige Motoren in Friedenshütte in Oberschlesien, eine 600pferdige und zwei 300pferdige in Oberhausen. Im ganzen hat sie Aufträge von über 12000 PS für Hochofengas. Auch von *Gebrüder Körting*, Körtingsdorf bei Hannover, und der *Maschinenbaugesellschaft Nürnberg* wird berichtet, dass sie Anlagen von mehreren hundert Pferdestärken teils errichtet haben, teils zu errichten beauftragt sind.

Von Veröffentlichungen über Versuche an solchen Gichtgasmotoren sind namentlich zwei zu nennen: die eine von *Witz* über Versuche an der 200pferdigen Simplex-Maschine in Seraing; die Maschine, welche einen Cylinderdurchmesser von 800 mm, einen Hub von 1000 mm hat, machte 150 Umdrehungen, und zwar lief sie sehr regelmässig; praktisch waren Aenderungen in den Umdrehungszahlen und im Gasverbrauch nicht vorhanden, trotzdem das Gas aus vier verschiedenen in gewöhnlicher Weise betriebenen Hochöfen genommen wurde. Sie entwickelte 181 PS_e bei einem mechanischen Wirkungsgrade von 85 % und verbrauchte 3,33 cbm von 981 W.-E. Heizwert für 1 PS_e und 1 St. Der Wasserverbrauch der Koksskrubber, die aber, wie schon erwähnt, nach dem Umbau der Maschine ausgeschaltet wurden, betrug 30 l für 1 PS_e und 1 St. Die Kompression stieg auf 8 at.

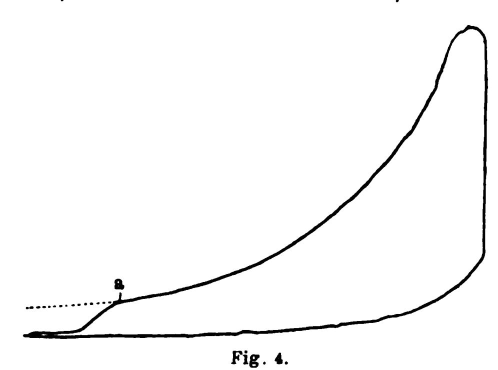


Fig. 4.

Indikatordiagramm zu dem 600pferdigen Oechelhäuser Zweitakt-Gasmotor zu Hörde.

Die zweite Veröffentlichung rührt von *E. Meyer* her. Sie betrifft Versuche an der 60pferdigen Gichtgasmotorenanlage im Hochofenwerke Differdingen (Luxemburg), die

von der *Berlin-Anhaltischen Maschinenbau-Aktiengesellschaft* gebaut ist und mit zur Erzeugung des elektrischen Lichtes für das Hochofenwerk dient. Die Maschine brauchte im Mittel 3,18 cbm von 941 W.-E. Heizwert für 1 PS_e und 1 St. bei voller Belastung, 4,08 cbm von 948 W.-E. Heizwert für 1 PS_e und 1 St. bei halber Balastung. Der Wirkungsgrad betrug dabei 71 % bezw. 61 %. Von der gesamten zugeführten Wärme wurden 29,9 % bezw. 27,4% in indizierte Arbeit umgesetzt, also ebensoviel wie in unseren besten Leuchtgasmotoren [9]).

Es ist nun die Frage aufgeworfen worden, wozu die Hüttenwerke die enorme Energiemenge, die ihnen bei der Ausnutzung der Hochofengase im Gasmotor zur Verfügung steht, verwenden sollen. Zunächst ist natürlich die für die Hochöfen selbst nötige Energie zu liefern, die zum grössten Teile durch die Gebläsemaschinen aufgezehrt wird. Es war aber bislang nicht möglich, Hochofengebläse mit einer so hohen Tourenzahl laufen zu lassen, wie sie aus ökonomischen Gründen für den Gasmotor zu wünschen ist, und zwar lag das namentlich an der Konstruktion der

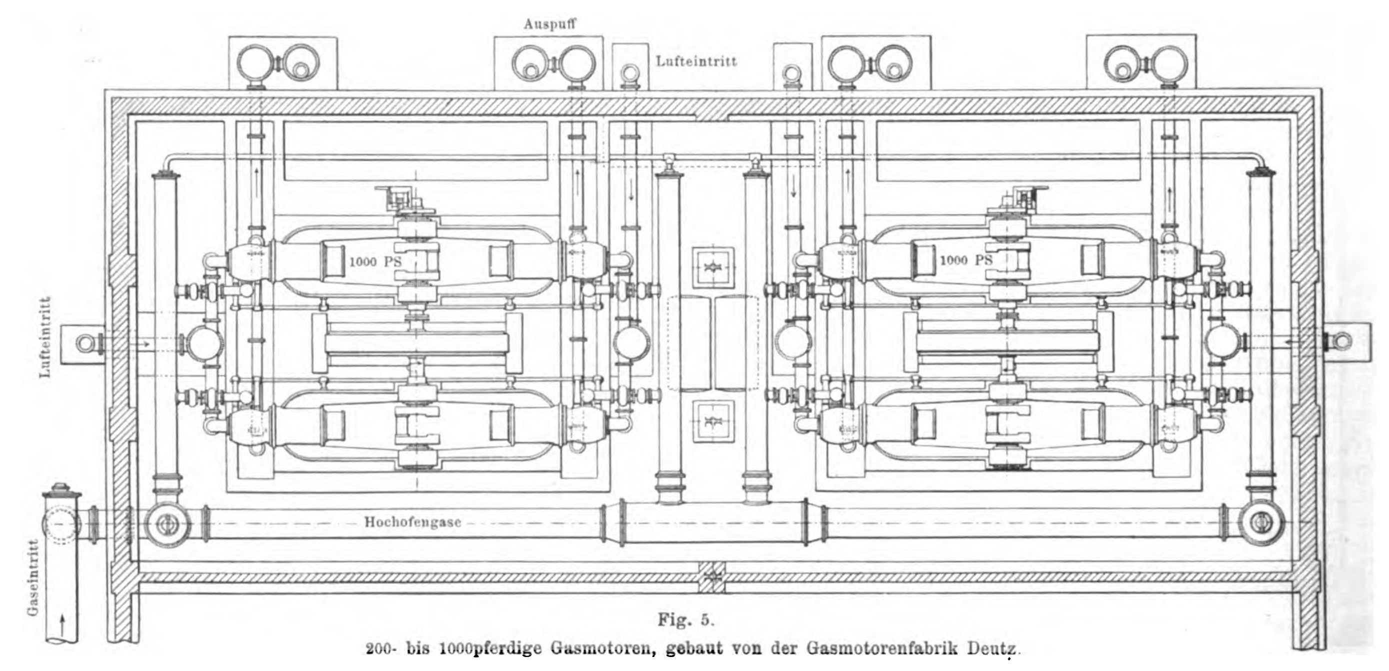


Fig. 5.
200- bis 1000pferdige Gasmotoren, gebaut von der Gasmotorenfabrik Deutz.

Gebläseventile. Schon heute aber liegen drei Gebläseventile neuerer Konstruktion vor, welche solche hohen Tourenzahlen ohne weiteres gestatten. Ohne hier sonst auf die Sache einzugehen, da das zu weit führen würde, nennen wir nur die Namen dieser Gebläseventile unter Mitteilung der Quellen, in denen Näheres darüber zu finden ist und behalten uns eine eingehendere Besprechung für einen späteren Aufsatz vor.

1. Die Lenkerventile von *Lang-Hörbiger* (D. R. P. 87267 und Vortrag von *Lürmann* a. a. O.).

2. Die rückläufigen Ventile von *Riedler-Stumpf* („Schnellbetrieb" von *Riedler* oder *Stahl und Eisen*, 1899 S. 761 ff., D. R. P. 99398).

3. Die Kolbenventile (*Transactions of the Am. Soc. of Mech. Eng.*, Vol. XX 1899 S. 967 ff., oder *Zeitschr. d. Ver. deutscher Ing.*, 1899 S. 939, oder *Stahl und Eisen*, 1899 S. 1052).

Die nicht für den Hochofen notwendige Energie kann man heute mit Leichtigkeit in elektrische Energie umsetzen, da sich bei den jetzt gebauten Gasmotoren ein so grosser Gleichförmigkeitsgrad erzielen lässt, dass sogar eine direkte Kuppelung zwischen Dynamomaschine und Motor ermöglicht wird; das haben *Gebrüder Körting* seit Jahren durch ihre „Gasdynamos" bewiesen. Die elektrische Energie lässt sich ja dann aber in der verschiedensten Weise ausnutzen und eventuell auch, ohne zu teuer zu werden, nicht unbeträchtlich weit fortleiten. So beabsichtigt man z. B. mit der in Gr. Ilsede bei Peine erzeugten elektrischen Energie das mehrere Kilometer entfernt liegende *Peiner Walzwerk* zu betreiben und die Stadt Peine mit Licht zu versorgen; an anderen Stellen ist die Errichtung grosser Calciumkarbidfabriken im Anschluss an das Hochofenwerk geplant [10]) u. s. f. Wollen wir nun auch nicht den wohl mehr humoristisch gemeinten Aeusserungen eines französischen Ingenieurs zustimmen, der in einem Berichte über in Seraing unternommene Versuche sagt: „Das Eisen wird einst ein Neben-

[9]) Wir geben an dieser Stelle für denjenigen unserer Leser, welcher sich mit dem behandelten Gegenstande näher zu beschäftigen beabsichtigt, eine Zusammenstellung der bisher darüber erschienenen hauptsächlichen Veröffentlichungen:

Deutsche Berichte:

Lürmann: Vortrag auf der Hauptversammlung des Vereines deutscher Eisenhüttenleute, 27. Februar 1898. *Stahl und Eisen*, 1898 Nr. 6.

— Vortrag auf der Hauptversammlung des Vereines deutscher Eisenhüttenleute, 23. April 1899 und

E. Meyer: Vortrag ebendaselbst; sowie Diskussion. *Stahl und Eisen*, 1899 Nr. 11.

Zeyringer: Ueber die Verwendung der Hochofengase. *Stahl und Eisen*, 1899 S. 664.

E. Meyer: Die Benutzung der Hochofengase zum Betriebe von Gichtgasmotoren und Versuche an der 60 PS-Anlage in Differdingen. *Zeitschrift des Vereines deutscher Ingenieure*, 1899 S. 448 ff., S. 483.

— Grosse Gasmaschinen. Vortrag, gehalten auf der Hauptversammlung des Vereines deutscher Ingenieure. *Zeitschrift des Vereines deutscher Ingenieure*, 1900 Nr. 10 und 11.

Münzel: Ueber die zunehmende Anwendung von grossen Gasmotoren in modernen Kraftbetrieben. *Stahl und Eisen*. 1900 S. 315 ff. und *Zeitschrift des Vereines deutscher Ingenieure*, Nr. 13 vom 31. März 1900 S. 401.

Französische Berichte:

Hubert: *Annales des Mines de Belgique*, Tome II 1897 (übersetzt in *Stahl und Eisen*, 1898 S. 361).

Lencauchez: Vortrag in der Sitzung der Abteilung Paris der Société de l'Industrie minérale, 8. November 1897.

Dutreux: *Génie civil*, 1898 S. 191 ff.

Witz: Bericht über die Versuche in den Werken von Cockerill. *Revue universelle des Mines*, August 1898.

Savage: *Revue universelle des Mines*, Juli 1899.

Jacoupy: *Bulletin de l'encouragement de l'industrie nationale*, 1899 S. 797 ff.

(Die drei letzten Berichte fassen die bis zum Zeitpunkt ihres Erscheinens in Fachzeitschriften enthaltenen Resultate zusammen.)

M. E. Demenge: *Revue générelle des Sciences*, 15. Februar und 28. Februar 1900.

Englische Berichte:

Greiner: Vortrag. Iron and Steel Institute. London, 3. Mai 1898 (übersetzt in *Stahl und Eisen*, 1898 S. 495 ff., gleichzeitig ist hier auch berichtet über einen Vortrag von *Thwaite*).

Bryan Donkin: Utilisation of High-Furnace Gases for Power in Gas-engines. *Engineer*, 24. November, 8. und 15. Dezember 1899.

Utilisation of Blast-Furnace Gases in the Generation of Electricity. *Electrical Review*. London, 15. Dezember 1899.

[10]) Vgl. *Stahl und Eisen*, 1. März 1900.

produkt des Hochofens bilden, dessen Hauptaufgabe es sein wird, Licht und Kraft zu liefern", so ist doch angesichts der oben geschilderten ungemein raschen Entwickelung wohl zu erwarten, dass in nicht zu ferner Zukunft jeder Hochofen ein Zentrum bilden wird, von welchem aus gewaltige Motoren mit Kraft versorgt und der gesamten Industrie der Umgegend neue Hilfskräfte zugeführt werden.

März 1900. *F. Mb.*

Die gebräuchlichen Automobilsysteme.

Von Professor **H. Bachner** in Stuttgart.

(Fortsetzung des Berichtes S. 253 d. Bd.)

IV. *Das Aufladen der Batterie.*

Der Akkumulator ist und bleibt die Seele, aber auch das Angstkind der Elektromobile, auf sein Befinden muss vor allem anderen in jeder Weise Rücksicht genommen werden. Wir haben oben wiederholt betont, dass man bei Konstruktion des Motors, bei Aufstellung des Schaltungsschemas und während der Fahrt bei der Bedienung des Fahrschalters stets besorgt sein sollte, dass zu plötzliche und zu starke Entladungen vermieden bleiben; dies wird allerdings nur in beschränktem Masse zu erreichen sein, denn die Fahrstrasse muss genommen werden, wie sie eben ist.

Dagegen kann man die Lebensdauer der Batterie recht günstig beeinflussen, wenn man ihr während der Ladung die nötige Aufmerksamkeit und Pflege zu teil werden lässt.

Die gebräuchlichste Zellenzahl ist 44, weil eine derartig zusammengesetzte Batterie mit Rücksicht auf ihre grösste Klemmenspannung am Ende der Entladung — $2{,}5 \times 44 = 110$ Volt — mit der weitaus am meisten gebräuchlichen Netzspannung von 110 Volt unserer heutigen Elektrizitätswerke voll aufgeladen werden kann; hiermit folgen für die Entladespannung etwa die Grenzen von 88 bis 80 Volt. Die Grösse der einzelnen Zellen wird durch die erforderliche Stromstärke bestimmt, die sich natürlich nach der verlangten Motorleistung, d. h. nach der Belastung und Fahrgeschwindigkeit des Wagens zu richten hat. So braucht ein Motor für eine effektive Leistung von 3 PS und bei einem Wirkungsgrad von 75 % eine Energiezufuhr von $3 \times \frac{736}{0{,}75} =$ rund 2950 Watt, was bei 84 Volt mittlerer Entladespannung einer Stromstärke von $2950 : 84 = 35$ Ampère entspricht.

Es ist unter allen Umständen erwünscht, wenn die Ladestromstärke unter diesem Wert der normalen Entladestromstärke gehalten werden kann, denn, wie wir sahen, wird dadurch das Verziehen der Platten und Abblättern der wirksamen Masse verringert. Andererseits erfordert aber das Aufladen um so mehr Zeit, je geringer die Stromstärke gewählt wird, so dass man unter Umständen mit Rücksicht auf den Geldwert grösserer Zeitverluste danach streben wird, eine möglichst hohe Ladestromstärke anwenden zu dürfen.

Auf Grund dieser Erwägungen lassen sich zwei Hauptarten des Ladebetriebs unterscheiden. In dem einen Fall gibt man dem Motorwagen zu Beginn des Betriebs den vollen Energievorrat mit, der ihm für die ganze Dauer der Betriebszeit ausreicht; dies erfordert Zellen von grosser Kapazität. Das Aufladen hat in grösseren Betriebspausen, z. B. während der Nacht, zu geschehen und muss jedesmal vollständig zu Ende geführt werden. In dieser Lage sind z. B. Wagen, die für mehrstündige Fahrten ohne wesentliche Unterbrechung benutzt werden, bezw. deren etwaige Aufenthaltsstationen keine Gelegenheit zur Erneuerung der verbrauchten Energie bieten.

Im Strassenbahnbetrieb hat sich eine andere Art Aufladeverfahrens ausgebildet [1]), für dessen Durchführung auch kürzere Betriebspausen ausreichend erscheinen. Man lädt während der Aufenthaltszeit auf den Endstationen, und die während einer Einzelfahrt bezw. Hin- und Rückfahrt verbrauchte Energiemenge wird sofort wieder ergänzt. Offenbar bedarf eine solche Batterie nicht sowohl einer grossen Kapazität als vielmehr der Eigenschaft, dass sie verhältnismässig hohe Ladestromstärken vertragen kann: denn bei der beschränkten Ladezeit hängt die Grösse des aufzuspeichernden Energievorrats in erster Linie von der Stromstärke ab. Es werden demnach für solche Zwecke Zellen mit Grossoberflächenplatten besonders vorteilhaft sein.

Die vorbeschriebene Ladeweise eignet sich besonders für Fahrzeuge, welche einen strassenbahnähnlichen Betrieb besitzen, vor allem für Omnibusse mit regelmässigem Fahrplan, könnte aber auch für Droschken, Geschäftswagen, Postwagen u. dgl. in Frage kommen. Ein charakteristisches Beispiel bildet der Akkumulatorenomnibus der *Allgemeinen Berliner Omnibusaktiengesellschaft,* gebaut von der *Gesellschaft für Verkehrsunternehmungen* in Berlin. Zur Erleichterung des Aufladens und Vermeidung von Zeitverlusten durch ungeschickte oder saumselige Bedienung wurde der Kontaktanschluss an den Endstationen selbstthätig wirkend hergestellt und zwar in der Weise [2]), dass man an zwei Kandelabern über der Strasse zwei Stromzuführungsschienen aufhängte, aus denen der darunter gefahrene Wagen durch Vermittelung von (zur Sicherheit zwei Paar) Kontaktbügeln seinen Ladestrom entnimmt.

Die bisher genannten Methoden besitzen den unter Umständen schwerwiegenden Nachteil, dass die während des Ladens im Wagen verbleibenden Zellen der direkten Beobachtung mehr oder weniger unzugänglich sind. Wie oben bereits erwähnt wurde, kann man sich indessen niemals darauf verlassen, dass alle Zellen den gleichen Ladezustand zeigen, besonders in den der Zahl nach überwiegenden Anwendungen, wo die Batterie geteilt und in ihren Hälften zur Spannungsabstufung benutzt wird. Es sind deshalb solche Ladeanordnungen unter allen Umständen vorzuziehen, welche die gleichmässige Ueberwachung aller Zellen und ihrer einzelnen Platten ohne Schwierigkeit gestatten, eine Forderung, welche im allgemeinen nur durch Ueberführung der Batterie nach einem geeigneten Laderaum erfüllt werden kann.

Zu diesem Zweck wird man die Zellen am besten in einen oder mehrere Kasten einbauen, die auf irgend eine Weise aus dem Wagen genommen, nach vollendeter Ladung wieder eingesetzt werden können. Diese Methode erscheint sehr vorteilhaft, da sie sowohl den Betrieb mit langer, wie den mit kurzer Entladezeit zulässt, dabei die ungehinderte Beobachtung der Zellen gestattet, und vor allem die Möglichkeit bietet, den mit erschöpfter Batterie einfahrenden Wagen durch Einsetzung einer neuen Batterie in ausserordentlich kurzer Zeit wieder in betriebsfertigen Zustand zu versetzen. Andererseits erfordert sie freilich besondere Transporteinrichtungen, durch welche die verhältnismässig schweren Batteriekasten nach der Ladestelle übergeführt werden. Sie eignet sich daher in erster Linie für solche Fälle, wo viele Fahrzeuge gleichzeitig in Bewegung sind und ein regelmässiger Austausch der entladenen gegen aufgeladene Batterien stattfindet.

---

[1]) Z. B. System *Pollak,* ausgeführt in Paris.

[2]) Vgl. auch die Beschreibung nebst Abbildungen der Ladeeinrichtung in *Zeitschrift des Vereins deutscher Ingenieure,* 1900 S. 84 und 85.



Zwei sehr charakteristische Beispiele für das letztgenannte Aufladesystem sind die Einrichtungen der *New York Electric Vehicle Company* in New York und der *Compagnie Générale des Voitures* in Paris, beide von um so grösserem Interesse, als sie sich bereits längere Zeit hindurch praktisch bewährt haben. An beiden Orten handelt es sich um einen im grossen organisierten Droschkenbetrieb mittels Akkumulatorwagen, und die Einrichtungen lassen das Bestreben erkennen, unter Rücksichtnahme auf die gegebenen Verhältnisse einen möglichst ökonomischen Betrieb zu erreichen.

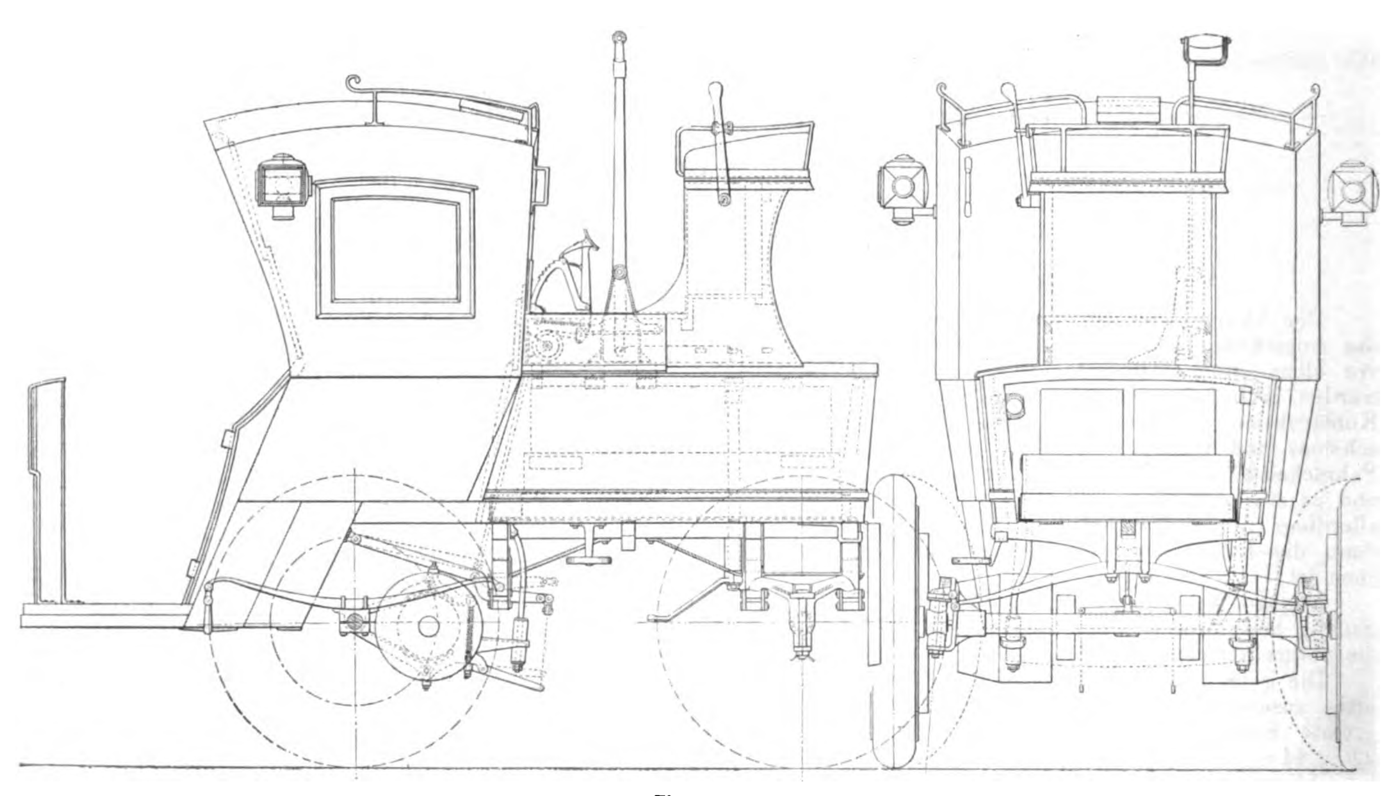


Fig. 101.
Droschke mit Akkumulatorenbetrieb von Morris und Salom.

Die Ladestation der *New York Electric Vehicle Co.* befindet sich im Inneren der Stadt, rings von Strassen bezw. anderen Grundstücken eingeschlossen. Man war daher im Raum beschränkt und entschloss sich, die elektrische Energie aus dem Dreileiternetz der *Edison-Gesellschaft* zu beziehen. Ausser der eigentlichen zu ebener Erde gelegenen Ladestation umfasst die Anlage noch Räume für Reparaturen und Wagenbau, die die oberen Stockwerke einnehmen und Aufzüge besitzen, welche die fertig montierten Wagen zu heben im stande sind.

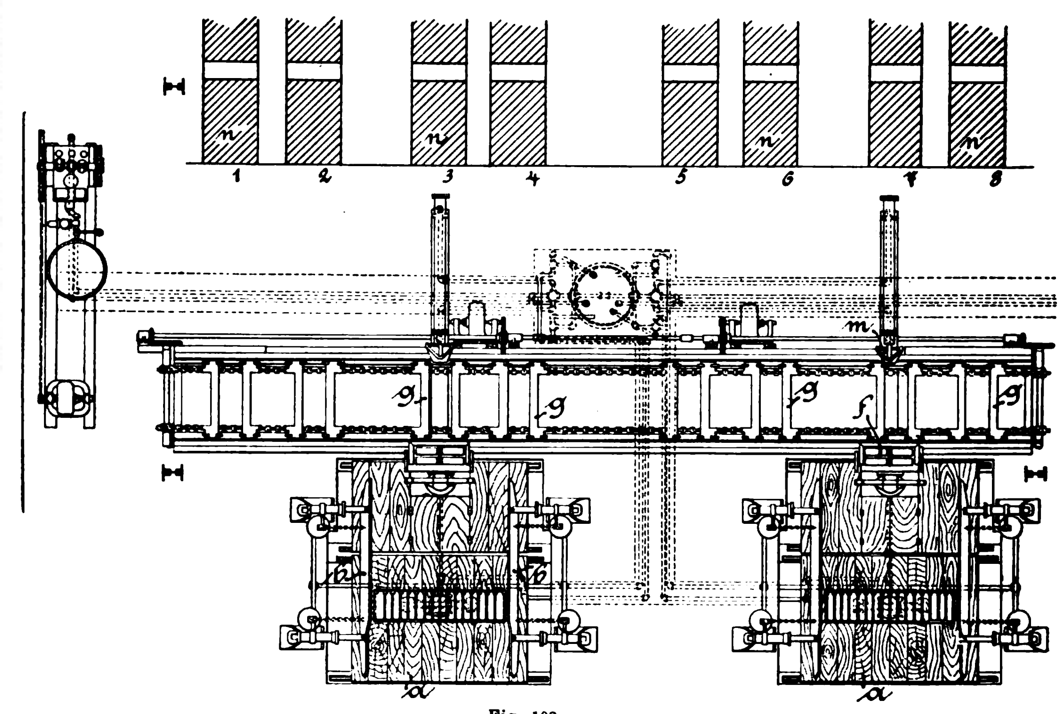


Fig. 102.
Ladestation der New York Electric Vehicle Co.

Das Eigentümliche dieser Anlage beruht auf der weitgehenden Benutzung selbstthätig bewegter Fördereinrichtungen für den Austausch der Batterien, begründet damit, dass die Arbeitskräfte in New York sehr teuer sind und der gefüllte Batteriekasten doch so schwer ist (etwa 650 kg), dass allein schon mehrere Leute erforderlich wären, um ihn aus dem Wagen herauszuziehen. Es ist hierbei zu beachten, dass man es in New York im Gegensatz zu anderen Ausführungen als für den Gesamtaufbau des Wagengestells unzweckmässig erachtete, den Batteriekasten einfach unten anzuhängen.

Die Aufgabe ist also nunmehr die, den Batteriekasten bei festgehaltenem Wagengestell herauszuziehen, auf einen der 200 in acht Parallelreihen aufgestellten Ladetische zu befördern, dafür eine geladene Batterie zu entnehmen und sie in den Wagen einzuschieben. Durch Anordnung einer grösseren Anzahl selbstthätiger Mechanismen ist es gelungen [3]), die Bedienung auf einen einzigen Mann zu be-

[3]) Der Entwurf der Einrichtung rührt von dem Chefingenieur der Gesellschaft, *G. Herbert Condict*, her, die Ausführung von der Firma *William Sellers und Co.*, Philadelphia.



schränken; die Art und Weise, wie dabei die einzelnen Bewegungen in geordnetem Gang ineinander greifen, soll im folgenden an der Hand der Fig. 101 bis 104[4]) kurz beschrieben werden.

Die Wagen der Bauart *Morris und Salom*[5]) (Fig. 101) — Triebräder vorn, Lenkräder hinten, zwei Motoren — tragen unter dem Führersitz einen besonderen verschliessbaren Raum, in welchen der Batteriekasten je nach der Bauart des Wagens von vorn (Coupé) oder hinten (Cab, Fig. 101) eingeschoben wird. Der mit erschöpfter Batterie eintreffende Wagen fährt nun seiner Bauart entsprechend vor- oder rückwärts auf eine der beiden Ausrichtbühnen *a* (Fig. 102 bis 104), wird von beiden Seiten her durch hydraulisch bewegte Leitschienen *b* an den Achsenden gefasst und durch relative Verschiebung der beiden Bühnenhälften vor dem Umladetisch genau ausgerichtet.

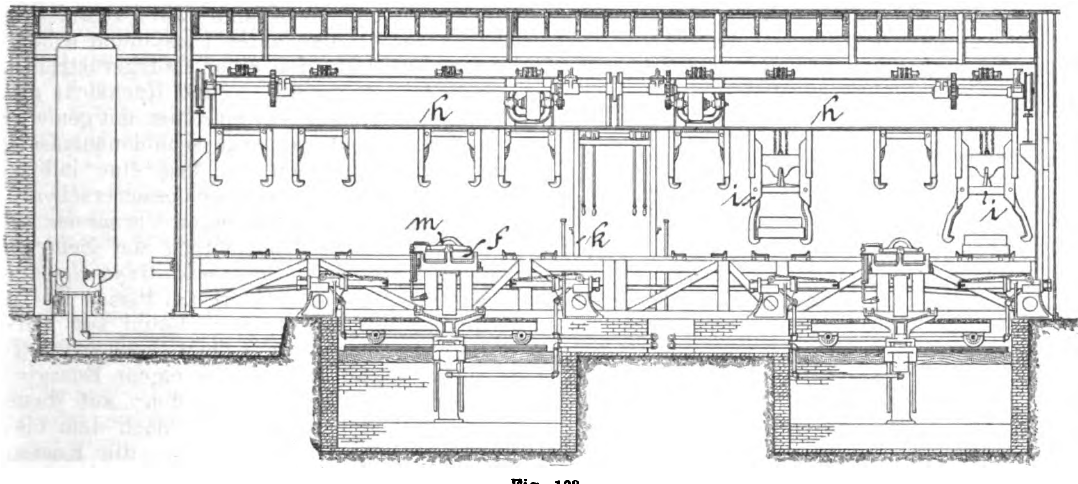


Fig. 103.
Ladestation der New York Electric Vehicle Co.

In dieser Lage fassen zwei Greifer c_0 das Wagengestell von hinten, und dies wird nun von zwei die Bühne durchdringenden hydraulischen Hebestempeln *d* und *c* soweit angehoben, dass die den Batteriekasten im Wagen tragenden Winkeleisen mit den Schienen bezw. Gleitrollen *f* des Umladetisches in gleiche Höhenlage kommen. Jetzt fasst ein dritter hydraulisch bewegter Greifer *m* den Kasten und zieht ihn über die Rollen nach dem Förderband *g*, welches ihn seitlich wegführt, mit derselben Bewegung aber gleichzeitig eine frisch geladene Batterie vor den Umladetisch stellt, die nun ihrerseits von dem dritten Greifer gefasst und in den Wagen eingeschoben wird. Der Laufkran *h* trägt für jedes Ladegerüst eine Hebevorrichtung *i*; eine derselben zieht die erschöpfte Batterie von dem Förderband empor und lässt sie, vom Kran an eine noch unbesetzte Stelle der Ladegerüste *n* geführt, auf diese niedergleiten, wobei die Berührung zwischen den Kontakten des Kastens und den auf federnde Arme gesetzten Kontakten der Ladeleitung am Gerüst selbstthätig durch das Batteriegewicht mittels Hebelübersetzung hergestellt wird. In ähnlicher Weise schaltet sich der in den Wagen geschobene Kasten selbstthätig ein.

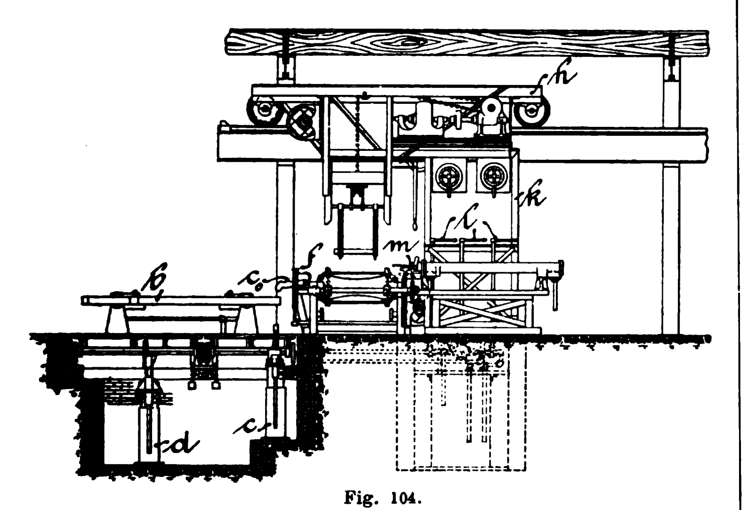


Fig. 104.
Ladestation der New York Electric Vehicle Co.

Alle diese Bewegungen erfolgen mit grösster Präzision, haben automatische Bremsung, Hubbegrenzung und für jede Schlussstellung eine entsprechende Verriegelung, so dass es durch das glatte Zusammenwirken aller Mechanismen in echt amerikanischer Weise möglich wird, dass, wie bereits erwähnt, ein einzelner Mann sämtliche Vorrichtungen bedient, und zwar vom Führerstand *k* des Laufkrans aus, der so tief angeordnet ist, dass bei der vordersten Kranstellung die Hebel *l* für die Bewegungen von Bühne, Umladetisch und Förderband bequem zur Hand sind. Im ganzen sind 14 5pferdige Elektromotoren in Thätigkeit.

Nicht minder interessant ist die Schaltbretteinrichtung, die gleichfalls das Bestreben erkennen lässt, menschliche Arbeitskräfte möglichst überflüssig zu machen. Die Anlage besitzt eine Hauptschalttafel aus Marmor, zum Schutze gegen die Säure mit einer Spiegelglasscheibe überdeckt, und eine zweite aus zwei Schieferplatten hergestellte Schalttafel für die Regulierung der Ladestromstärke; die erstere besitzt für jede der acht Ladetischreihen je ein Schaltfeld, enthaltend ein Weston-Volt- und Ampèremeter, zwei ebensolche registrierende Instrumente, einen Voltmeterumschalter, einpoligen Ausschalter und einen Automaten für Maximal- und Minimalstrom. Ausserdem trägt die Rückwand für jedes Feld einen Vorschaltwiderstand mit drei Stufen, entsprechend den Werten 15, 10, 5 und Null Volt Spannungsabfall bei 50 Ampère Ladestromstärke. Ein neuntes Feld ist für den Licht- und Motorenstrom bestimmt.

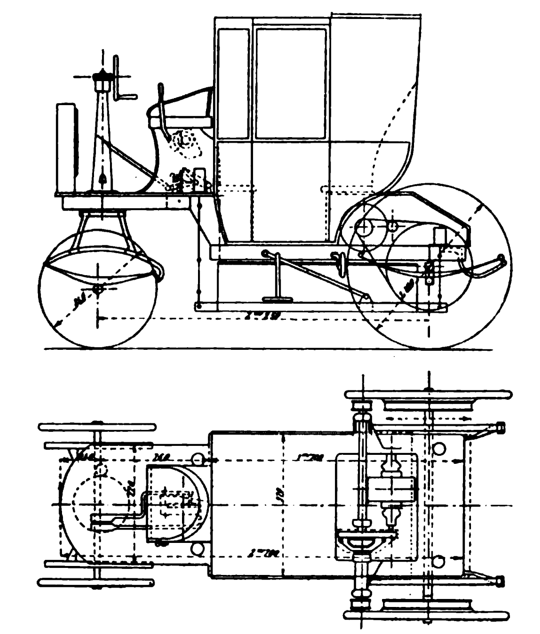


Fig. 105.
Droschke mit Akkumulatorenbetrieb von der Compagnie Générale des Voitures.

Am Regulier(Indikator-)schaltbrett finden sich die zu den Vorschaltwiderständen gehörenden Kurbelumschalter,

[4]) *American Machinist,* 10. November 1898.
[5]) Vgl. auch *D. p. J.* 1898 **310** * 91.

darunter die Abschmelzsicherungen, darüber ausser vier Glühlampen je eine Art Kohlrausch-Ampèremeter mit einem in Quecksilber tauchenden Eisencylinder. Ein von letzterem getragener Kohlekontakt schliesst je einen Glühlampenstromkreis, wenn er sich bei der Minimalstromstärke von 10 Ampère in höchster, bei der Maximalstromstärke von 50 Ampère in tiefster Stellung befindet, und bringt im ersten Fall eine grüne, im zweiten eine rote Lampe zum Leuchten. Benutzt wird zum Laden das Dreileiternetz der *Edison-Co.* mit 2 × 120 Volt, wobei je ein Feld die einfache Spannung erhält.

Die Batterien werden nun je nach ihrem Ladezustand auf die acht Ladegerüste verteilt, und für jede Gruppe die Ladung in der folgenden Weise reguliert: Die Ladung beginnt mit der letzten Stufe des Vorschaltwiderstandes 120 — 15 = 105 Volt und wird so lange fortgeführt, bis beim Sinken der Stromstärke auf 10 Ampère das grüne Licht erscheint; jetzt wird auf die 110 Volt-Stufe umgeschaltet und so fort, bis bei 120 Volt und 10 Ampère der gewünschte Ladezustand erreicht ist, was in der Regel nach 2 Stunden der Fall sein soll; das Vollladen soll 5 Stunden erfordern, doch fehlen hierüber nähere Angaben. Das rote Licht dient als Warnungssignal bei zu hoher Stromstärke infolge ungeschickter Bedienung des Kurbelumschalters. Auf diese Weise sollen stündlich 20 Wagen mit frischem Energievorrat versehen werden.

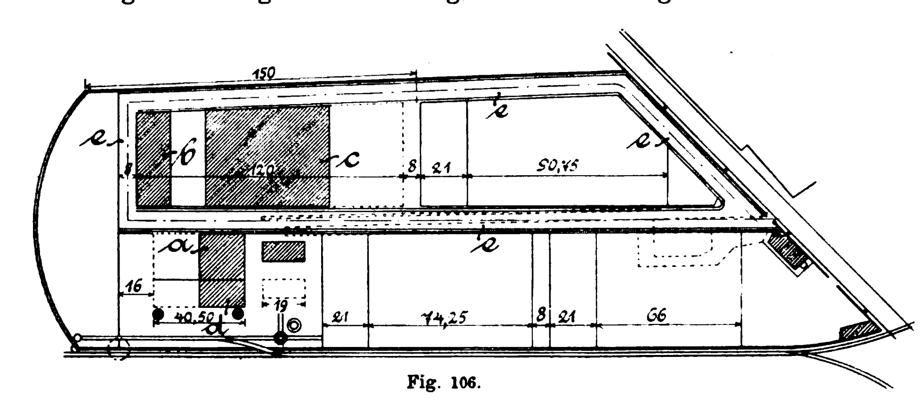
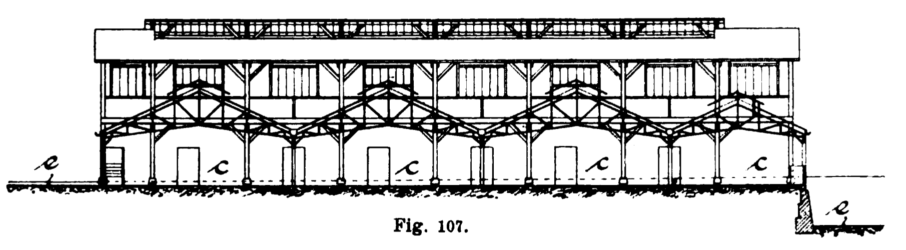
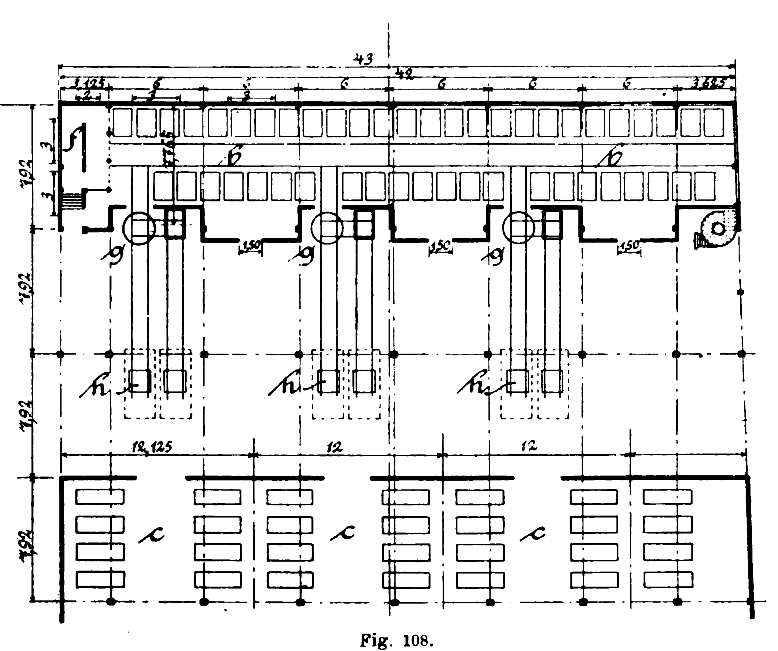


Fig. 106.


Fig. 107.


Fig. 108.

Zentralladestation der Compagnie Générale des Voitures.

Wenn auch nicht geleugnet werden kann, dass durch die Betonung des automatischen Betriebs recht komplizierte Einrichtungen geschaffen werden mussten, welche die ersten Anschaffungskosten ganz erheblich steigerten, so ist zu erwarten, dass durch die aussergewöhnliche Beschränkung der Menschenarbeit und bei sorgsamer Wartung die Betriebskosten verhältnismässig gering ausfallen werden. Dagegen erscheint es zweifelhaft, ob die geschilderte Einrichtung bei der Beliebtheit, deren sich der neue Droschkenbetrieb schon jetzt erfreut, auch nur für wenige Jahre ausreichen wird. Sie besitzt ausserdem den unter Umständen erheblichen Nachteil, dass alle Batterien einer Ladegerüstreihe, also bis zu 25 Stück, ohne Rücksicht auf den Ladezustand der einzelnen mit gemeinsamem Regulierapparat schablonenmässig aufgeladen werden, so dass eine individuelle Behandlung ausgeschlossen erscheint.

Auf wesentlich anderen Voraussetzungen beruht die Einrichtung der Zentralladestation der *Compagnie Générale des Voitures* in Aubervilliers bei Paris. Da in diesem Vorort genügend Raum zur Verfügung steht, konnte die Gesellschaft zunächst daran denken, eine eigene Energieerzeugungsanlage zu schaffen; auf diese Weise sind bekanntlich — nach dem bisherigen Stand der Dinge — die Kosten für die elektrische Energie wesentlich geringer, der Betrieb wird also günstiger.

Ferner gestattet die einheitliche Bauart des Untergestells, welches für beliebige Wagentypen benutzt werden kann, die Aufhängung des Batteriekastens unterhalb des Wagenkastens durchzuführen, was für die Leichtigkeit des Auswechselns der erschöpften Batterien, wie wir noch sehen werden, von ganz wesentlicher Bedeutung ist. Fig. 105 [6]) zeigt die gewählte Bauart — Triebräder hinten, Lenkräder vorn, ein Motor mit Differentialgetrieb — bei einem Coupé; der Batteriekasten hängt an kurzen Ketten, seitliche Schwankungen werden durch eine Art Querversteifung verhindert.

Der Laderaum *b* (Fig. 106 und 108) zerfällt in drei Säle, von denen der eine zu ebener Erde liegt (Fig. 108), die anderen im darüber befindlichen Geschoss. In jedem Saal laufen an den Längswänden zu beiden Seiten eines Mittelganges wenig erhöhte Rampen entlang, welche eine Anzahl kurzer Quergeleise tragen und zur Aufstellung der Batterien während des Ladens dienen; insgesamt finden 159 solcher Batterien Platz.

Das Auswechseln einer Batterie geschieht nun mit Hilfe von zehn Umladebühnen *h* unter Benutzung von hydraulischen Hebevorrichtungen und von kleinen Schiebebühnen, welche auf einem den Mittelgang durchziehenden Längsgeleis laufen, in der folgenden Weise: Der Wagen fährt auf einen so weit erhöhten Stand, dass ein kleiner zweiachsiger Rollwagen unter den Batteriekasten geschoben werden kann. Derselbe ruht dann gleichzeitig auf dem hydraulischen Hebetisch, mittels dessen die Batterie so weit angehoben wird, dass die Aufhängefedern und Ketten ohne Mühe gelöst werden können. Hierauf senkt sich der Tisch, die Batterie wird fortgerollt und eine geladene auf dem umgekehrten Wege an ihre Stelle gebracht. Hiermit ist der Wagen wieder in Fahrbereitschaft. Die erschöpfte Batterie gelangt auf Schienen zur Schiebebühne und mittels dieser an eine beliebige freie Ladestelle oder nach Bedarf mittels Aufzuges in die

[6]) *Le Génie Civil*, 15. April 1899.

beiden höher gelegenen Säle. Besonders hervorzuheben ist hier, dass jede Ladestelle gesonderte Schalt- und Reguliervorrichtung nebst Messapparaten besitzt, so dass die einzelnen Batterien ihrem individuellen Zustand entsprechend richtig aufgeladen werden können.

Die gesamte, wie Fig. 106 zeigt, sehr ausgedehnte Anlage umfasst: Das Maschinenhaus *a* für zwei 250pferdige Dampfmaschinen, welche durch Riemen je einen Generator für 1250 Ampère bei 120 Volt Klemmenspannung antreiben, das Kesselhaus *d*, die Ladestation *b* mit besonderer Ladeschalttafel *f* (Fig. 108) und eine Wagenremise *c*; wesentliche Erweiterungen sind bereits geplant, die Anlage soll, den gemachten Erfahrungen entsprechend, für 1000 Fahrzeuge der verschiedensten Typen ausgebaut werden.

Wie sehr die Gesellschaft besorgt ist, ihren Betrieb aufs vorzüglichste auszugestalten, geht aus der besonderen Fürsorge hervor, welche man der Ausbildung des Führerpersonals zuwendet. Zu diesem Zwecke wurde auf dem Terrain der Gesellschaft eine eigene Versuchsstrasse angelegt (in Fig. 106 mit *e* bezeichnet), welche eine Gesamtlänge von etwa 650 m besitzt, in sich geschlossen verläuft und, wie aus Fig. 107 hervorgeht, hoch und tief gelegene Strecken mit verschiedenen Steigungsverhältnissen, aber auch verschiedenem Zustand der Strassenfläche besitzt; es befindet sich darunter beispielsweise eine Strecke von 84 m mit 5 % Steigung in Holzpflaster und eine Strecke von 40 m mit 10 % Steigung in Steinpflaster. Ausserdem sind an den verschiedensten Punkten künstliche Hindernisse geschaffen in Gestalt von lebensgrossen Blechfiguren, welche die Strasse benutzende Passanten darstellen. Der künftige Führer muss auf besonderen Versuchswagen unter kundiger Leitung dieser Hindernisse bei verschiedenster Fahrgeschwindigkeit Herr werden, und es ist einleuchtend, dass die Gesellschaft sich auf diesem Wege einen Stamm tüchtiger Wagenführer heranzieht.

Zweifellos arbeitet diese Ladestation [7]) mit wesentlich einfacheren Mitteln und wäre der New Yorker Anlage, wenn diese sich auch in Paris befände, entschieden vorzuziehen; mit Rücksicht auf die sehr verschiedenen örtlichen Verhältnisse erscheint indessen ein direkter Vergleich zwischen beiden Systemen nicht angebracht.

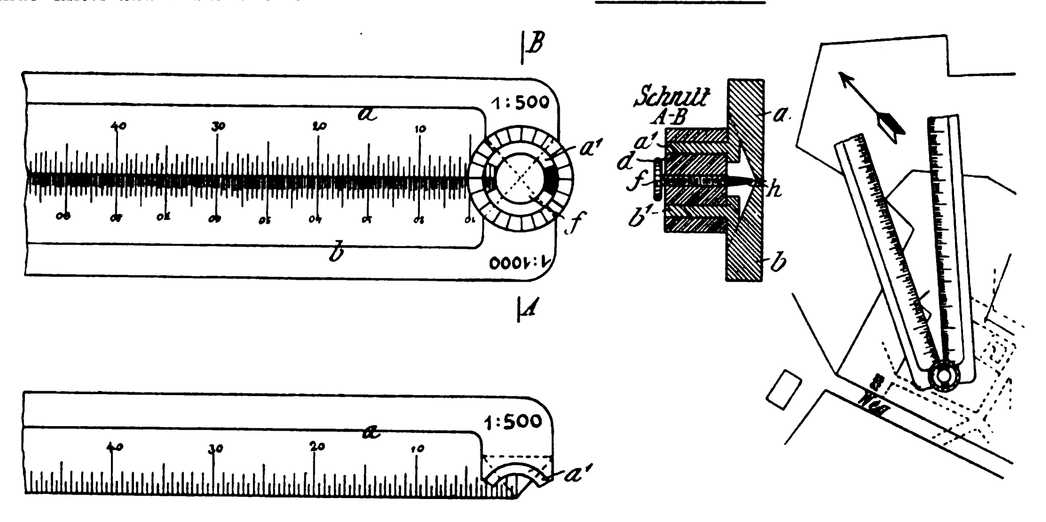
Hervorzuheben ist noch, dass auch hinsichtlich der Verwendungsart der Batterien in beiden Fällen Unterschiede bestehen. In New York handelt es sich um häufiger wiederholtes Aufladen, was schon aus der relativ geringen Ladestromstärke, sowie daraus folgt, dass die Wagen in ständigem Wechsel kommen und gehen; die Station ist ja auch ziemlich zentral gelegen. In Paris hingegen zwingt schon die Vorstadtlage dazu, die Batterien für längere Entladedauer zu wählen; die Wagen kehren im allgemeinen nur zweimal täglich, am Nachmittag und gegen Mitternacht, zur Ladestation zurück, um frische Batterien zu entnehmen. (Fortsetzung folgt.)

[7]) Der Entwurf der Anlage rührt von dem Chefingenieur der *Compagnie Générale*, *A. Clausonne*, her.

Kleinere Mitteilungen.

Apparat zum Verkleinern und Vergrössern von Zeichnungen.

Einen praktischen Apparat für den Zeichentisch hat der Geometer *W. Werkes* in Görlitz erfunden und durch ein Deutsches Reichs-Gebrauchsmuster schützen lassen. Diese Vorrichtung zum Verkleinern und Vergrössern von Plänen besteht aus zwei Massstäben *a* und *b*, die an einem Ende miteinander durch einen Messing- oder Eisenring, der die Ansätze a_1 und b_1 der Massstäbe umgibt, drehbar verbunden sind. Diese Ansätze lassen zwischen sich Lücken, welche eine gewisse Winkelöffnung zwischen den Massstäben *a* und *b* gestatten. Im Zapfen *d*, welcher sich innerhalb der Ansätze a_1 und b_1 befindet, ist die Druckschraube *f* mit einer am unteren Ende derselben befindlichen Höhlung angebracht; in ihrer Verlängerung befindet sich der Nadelbehälter *h*, der mit dem Zapfen *d* zusammenhängt. Im Nadelbehälter *h* sitzt verschiebbar eine feine Nadel, auf deren oberes Ende die Druckschraube *f* wirken kann. Eine Feder, welche das untere Ende des Nadelbehälters zusammenhält, gestattet zwar der Nadel, unter dem Druck der Schraube *f* sich nach unten zu verschieben, verhindert sie aber an jeder seitlichen Bewegung. Wird die Vorrichtung nicht gebraucht, so wird die Druckschraube *f* aufwärts geschraubt und die Nadel von unten nach oben einwärts gedrückt, um ihr Abbrechen zu verhindern. Die Teilungsstriche der Massstäbe können an den auf dem Papier aufliegenden Kanten ein wenig eingelassen sein, so dass die zum Durchstechen der Punkte benutzte Nadel bis zur halben Stärke eingreift und die Punkte genau in den Kantenlinien der Massstäbe in das Papier sticht.



Die Art und Weise, wie Pläne mit der Vorrichtung verkleinert oder vergrössert auf eine Zeichnung übertragen werden, ist durch nebenstehende Figur genügend veranschaulicht. Darin sind die Linien des zu übertragenden Lageplanes ausgezogen und die Linien des übertragenen (verkleinerten) Lageplanes punktiert. Man nimmt Pauspapier, sticht mit der Vorrichtung die Punkte der verkleinerten oder vergrösserten Zeichnung ein und überträgt diese Punkte mittels Nadelstiche auf das Papier, worauf die neue Zeichnung hergestellt werden soll. Oder man legt den zu übertragenden Lageplan unmittelbar auf das mit der neuen Zeichnung zu versehende Zeichenpapier und sticht die Punkte nach Anweisung der Vorrichtung durch. *G.*

Eingesandt.

Der auf S. 258 d. Bd. enthaltenen Notiz über die Ausstellung Paris 1900 ist berichtigend nachzutragen, dass die *Helios*-Dampfdynamo eine effektive Leistung von 2000 PS besitzt, ebenso wie die Dampfmaschine der *Maschinenbaugesellschaft Nürnberg*, welche direkt gekuppelt ist mit zwei Dynamos der *Elektrizitäts-Aktiengesellschaft vorm. Schuckert und Co.*, und die Dampfmaschine der Firma *A. Borsig* in Berlin, welche direkt gekuppelt ist mit einer Dynamo von *Siemens und Halske*.

Dagegen soll die gesamte Kraftabgabe für die Beleuchtung der Ausstellung Paris *18000* PS_e betragen, und es kommt dabei ebenso Gleichstrom wie Wechselstrom zur Anwendung; es erhellt daraus, dass schon aus diesen Gründen mit der einen Wechsel-

strommaschine von *Helios* nicht die ganze Ausstellung versorgt werden kann.

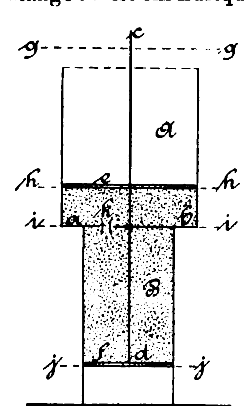
Zuschriften an die Redaktion.

(Unter Verantwortlichkeit der Einsender.)

In dem Aufsatz „Grundlagen zur Fluglehre“ von *F. Heinz* (S. 207 ff. d. Bd.) wird versucht, ein Perpetuum mobile als möglich hinzustellen, welches als neuen Grundgedanken die vereinigte Wirkung der „Schwerkraft“ und die der „Expansivkraft der Luft“ vorführt. Beide Kräfte können zur Leistung von Arbeit benutzt werden, aber immer nur, wenn ein Gefälle vorhanden ist, wenn der schwere Gegenstand am Ende der Arbeitsleistung der Erde näher gerückt ist, und wenn die gespannte Luft Spannung verloren hat. Mit Kreisprozessen ohne äussere Wärmezufuhr, welche also immer zu demselben Ausgangszustande hinsichtlich der Lage des unter der Schwerkraft fallenden Körpers und der Spannung der Luft zurückkehren, kann keine Arbeit gewonnen werden. So lange dies allgemein feststeht, erscheint schon jeder Versuch, diesen Sätzen entgegen erfinden oder konstruieren zu wollen, aussichtslos.

Bei dem vorliegenden Versuch ist der Fehler aber auch leicht als in ungenügender Berechnung liegend nachzuweisen. Eines Eingehens auf thermodynamische Erwägungen bedarf es dabei nicht; es kann also zu Gunsten des Erfinders noch angenommen werden, dass ein Luftquantum ohne Arbeitsverlust in Form von Wärme sich ausdehnen und wieder zusammen gepresst werden könne.

Der Einfachheit halber soll der Nachweis an der nebenstehenden Fig. 3 des genannten Aufsatzes geführt werden. Zwischen dem grösseren Kolben *e* und dem kleineren *f* an der Kolbenstange *c d* ist ein Luftquantum eingeschlossen. Die beiden Cylinderräume kommunizieren bei *k*. Wenn in irgend einer Anfangsstellung zwischen den beiden Kolben Luft von atmosphärischer Spannung ist, so sinken die Kolben mit ihrem etwa noch angehängten Gewicht und komprimieren die Luft zwischen sich. Dass die Luft hierbei auf eine höhere Spannung gebracht wird, als es ohne den Kolben *f* geschehen würde, ist einleuchtend, denn das Gewicht wirkt ja gerade so, als ob es auf einen Kolben von dem Querschnitte *e* — *f* wirkte, also wird sich die erreichte Spannung zu jener umgekehrt, also wie $e:(e-f)$ verhalten. Aus dieser tiefsten Lage erzielt Herr *Heinz* ein Wiederaufsteigen der Kolben, indem er die Oeffnung *k* schliesst und die Luft unterhalb derselben auslässt, also den Druck auf den Kolben *f* aufhebt. Hierauf steigt natürlich das System der Kolben *e* und *f* ein Stück in die Höhe, da ja das Gleichgewicht durch Fortnahme des Drucks auf den Kolben *f* nach unten gestört ist.



Die Frage, wie weit die Kolben wieder steigen, ist aber nicht untersucht worden, sondern es wird die offensichtlich irrige Annahme gemacht, dass die Kolben wieder bis zur Anfangslage steigen, in welcher Atmosphärendruck geherrscht hatte. Es hat fast den Anschein, als ob von der Ansicht ausgegangen worden wäre, dass die Spannung der eingeschlossenen Luft und damit ihr Druck nach oben während der ganzen Steigperiode gleich bliebe. Wenn in der tiefsten Lage ein Druck t_1 vorhanden war, und das Gewicht der Kolben mit *P* bezeichnet wird, so war in dieser Lage $P = t_1(e-f)$. Jetzt werden die Kolben steigen bis $P = t_2 e$ geworden ist. Die Kolben werden also

1. irgendwo unterhalb der Ausgangslage stehen bleiben und
2. wird irgend eine Arbeit auch nicht geleistet sein, sondern die Arbeit verloren sein, welche dem Abstand der erreichten Höhe von der Anfangslage entspricht.

Die Reibung ist natürlich gleich Null angenommen.

Die Auslassung eines Teils der gespannten Luft bedeutet auch eine grosse zwecklose Verschlechterung des Ergebnisses. Viel rationeller würde man folgendermassen verfahren.

Wenn man in der tiefsten Lage der Kolben unmittelbar unter dem Kolben *f* einen Cylinderdeckel anbringt, und in diesen ein mit dem Raum über dem Kolben kommunizierendes Rohr nach Erreichung der tiefsten Lage öffnen lässt, dann wird der Druck auf den unteren Kolben auch weggenommen, durch Erzeugung des gleichen Gegendrucks von unten, und ohne Verlust an gespannter Luft. Unter diesen Umständen geht also das Kolbenpaar noch ein Stück höher als in dem von Herrn *Heinz* angenommenen Fall.

Eine andere Arbeit als die Hebung des eigenen vorher gesenkten Gewichts kann sie hierbei nicht vollziehen. Wenn man ein Gewicht heben will, welches man in der tiefsten Lage aufsetzt, dann wird natürlich der Weg aufwärts noch kleiner werden, und die Hebung des Mehrgewichtes nur der grösseren Senkung des ursprünglichen Gewichts gegenüber der Anfangslage entsprechen.

Der Irrtum in den Darlegungen von Herrn *Heinz* beruht in der Behauptung: „Wie Fig. 3 zeigt, hebt sich der Kolben *e* ganz aus dem Cylinder *A* heraus.“ Die Figur zeigt es, der Kolben thut es aber nicht! Und wenn Herr *Heinz* meint, sich von früheren Perpetuum mobile-Erfindern dadurch zu unterscheiden, dass jene aus „nichts“, er aber aus Naturkräften Arbeit entnehme, so ist das nicht richtig, denn die Benutzung gerade der Schwerkraft zur Arbeitserzeugung aus „nichts“, d. h. ohne irgend welchen Aufwand, ist der Kern der bei weitem grössten Anzahl der früheren Versuche. **Dr. *R. Wirth*.**

Dazu schreibt uns Herr *F. Heinz*-Sarajevo das Nachstehende: „So ganz bestimmt und selbstverständlich ist es denn doch nicht, dass die Kolben, wie Herr Dr. *R. Wirth* glaubt, unterhalb ihrer Ausgangslage stehen bleiben. Bevor ich mit meinem Vorschlage vor die Oeffentlichkeit trat, berechnete ich, dass in meinem Beispiele das Kolbensystem beiläufig 140 cm emporsteigen müsse, somit um 40 cm höher, als zur Erreichung der Höhe der Ausgangslage erforderlich ist, welche entsprechend der Cylinderhöhe nur 100 cm beträgt. In der Meinung aber, die Fachgelehrten würden die vom Kolbensystem erreichbare Steighöhe ohnehin besser und verlässlicher berechnen können, als ich, unterliess ich es, die Art meiner Berechnung anzuführen, was ich nunmehr nachholen muss. Als Grundlage für meine Berechnung dienten mir die Formeln in den Lehrbüchern der Mechanik, nach welchen die Arbeit des Pulvergases auf ein Geschoss und die von einem Geschosse erreichbare Steighöhe berechnet wird. Danach vergleiche ich somit die Entladung des Akkumulators, Cylinder *A* (Fig. 3) mit der Entladung eines Geschützes. Will man die Steighöhe eines Geschosses berechnen, so muss zuvor die Anfangsgeschwindigkeit desselben ermittelt werden, welche abhängig ist von der Grösse des Pulvergasdruckes und dem Gewichte des Geschosses. Das Gleiche gilt auch in unserem Beispiele. Beträgt in demselben das Gewicht des Kolbensystems 1000 kg, der Druck der Expansivkraft aber 1470 kg, so ist die Anfangsgeschwindigkeit *v*, wenn *P* das Gewicht, *t* den Druck, $g = 9{,}81$ m bedeutet,

$$v = \sqrt{\frac{t \times 2g}{P}}$$

somit

$$v = \sqrt{\frac{1470 \times 2 \times 9{,}81}{1000}} = 5{,}3 \text{ m.}$$

Nur bei einer Anfangsgeschwindigkeit von 5,3 m beträgt die Steighöhe *h*

$$h = \frac{v^2}{2g}$$

$$h = \frac{5{,}3 \times 5{,}3}{2 \times 9{,}81} = \mathbf{1{,}4 \text{ m!!!}}$$

Die Formel $v = \sqrt{\frac{t \times 2g}{P}}$ zur Ermittelung der Anfangsgeschwindigkeit ist abgeleitet aus der Formel zur Berechnung des Druckes *t*, nämlich:

$$t = \frac{P v^2}{2g}.$$

Aus dem Vorstehenden geht hervor, wieso ich zu einem viel günstigeren Rechnungsergebnisse gelangt bin, als Herr Dr. *R. Wirth*; es wäre also nur zu untersuchen, inwiefern dasselbe eine nennenswerte Unrichtigkeit aufweist.

Soll die Expansivkraft der Luft im Cylinder *A* bei dessen Entladung explosionsartig wirken, wie das Pulvergas in einem Geschütze, dann ist es von grösster Bedeutung, dass der Druck der Expansivkraft im Cylinder *B* abwärts gegen den Kolben *f* (Fig. 3) mit der grösstmöglichsten Plötzlichkeit aufgehoben wird, nachdem bei einer nur ganz langsam vor sich gehenden Aufhebung dieses Druckes die Ansicht des Herrn Dr. *Wirth* allerdings gerechtfertigt ist, dass das Kolbensystem nicht bis zu seiner Ausgangslage emporsteigt.

Die Spannung im Cylinder *A* bleibt nicht während der ganzen Steigperiode des Kolbensystems gleich, das meinte ich durchaus nicht; im Gegenteil, diese Spannung wird gegen das Ende der Steigperiode um so viel geringer, als die ausserhalb der Cylinder befindliche gewöhnliche atmosphärische Luft, als der vom Cylinder *A* an den Cylinder *B* abgegebenen Luftmenge entspricht und es erwächst somit aus dieser Spannungsdifferenz ein Faktor, welcher hemmend auf das Steigen des Kolbensystems wirkt. Aus diesem Grunde ist es auch notwendig, die gespannte Luft aus dem Cylinder *B* nicht ins Freie, sondern, wie es der Vorschlag des Herrn Dr. *Wirth* zeigt, unterhalb des Kolbens *f* strömen zu lassen, um sie dann gegen das Ende der Steigperiode wieder vom Cylinder *B* dem Cylinder *A* zuführen zu können.

Arnold Bergsträsser Verlagsbuchhandlung (A. Kröner) Stuttgart.
Druck der Union Deutsche Verlagsgesellschaft ebendaselbst.



DINGLERS
POLYTECHNISCHES JOURNAL.

81. Jahrg., Bd. 315, Heft 19. Stuttgart, 12. Mai 1900.

Jährlich 52 Hefte in Quart. **Abonnementspreis** vierteljährlich 6 M., direkt franko unter Kreuzband für Deutschland und Oesterreich 6 M. 65 Pf., für das Ausland 7 M. 30 Pf. Redaktionelle Sendungen und Mitteilungen bittet man zu richten: An die Redaktion von „Dinglers Polytechn. Journal“ in Stuttgart, die Expedition betreffende Schreiben an Arnold Bergsträsser Verlagsbuchhandlung (A. Kröner) Stuttgart.



Allgemeine Fragen der Technik.

Von Ingenieur **P. K. von Engelmeyer**, Moskau.

Zur philosophischen Begründung der Technik.

Redet man von Erfindung, so spricht man von der Technik und umgekehrt. Alles Neue in der Technik ist bei seinem ersten Erscheinen Erfindung. Die Summe sämtlicher Erfindungen, das Integral derselben, ist die Technik. Darum ist die Erfindung das Differential der Technik. Der Satz hat sogar eine doppelte Bedeutung, die durch Analogie leicht fassbar wird. Der einzelne Schritt ist ebenfalls das Differential des Gehens, und zwar in doppelter Hinsicht: einmal weil das Gehen, als Thätigkeit, nur eine Wiederholung ist von jenen elementaren Bewegungen, die einen Schritt ausmachen, dann wieder ist der zurückgelegte Weg gleich der Summe der Schritte.

Noch eine Analogie: das Kriegswesen. Schlacht verhält sich zu Krieg, wie Erfindung zu Technik, und wieder in doppeltem Sinne: als Mittel (Methode) und als Zweck (Resultat). Die einzelnen Verfahren des Krieges finden sich in der Schlacht und können hier erforscht werden, und der Zweck eines Krieges, das Resultat desselben, der neu eroberte Landstrich, ist die Summe der einzelnen Aneignungen, die jede Schlacht hinterlassen.

Ebenso ist Erfindung in doppeltem Sinne Differential der Technik: einmal als Mittel (Methode), d. i. wenn man den psycho-physiologischen Mechanismus betrachtet; dann wieder als Zweck (Resultat), d. i. wenn man sein Augenmerk richtet auf das bis heute Erworbene, auf den positiven Bestand der technischen Disziplinen und auf das ganze System der materiellen Kultur.

Die kulturelle Bedeutung der Technik, das ist der Weg, der zu einer philosophischen Begründung der Technik führt. Ein Kulturforscher kann sich eventuell gar verschiedene Ziele aufstecken, er wird dennoch dieser Frage nicht mehr ausweichen können. Ein schlagender Beweis für die Richtigkeit dieses Satzes ist das Werk von *Lester Word:* „Psychic factors of Civilisation“, 1896. Das Thema scheint von der Technik so fern wie möglich entlegen zu sein. So glaubt einer, der über die Wirkungsgrenzen der Technik nie nachgedacht. Und wir Techniker sind immer die ersten daran. Wir können uns aber trösten: *Goethe* sagt auch: „Ich habe nie an Denken gedacht“ und war dabei doch kein übler Denker. Die Ansichten *Lester Word*'s müssen wir uns möglichst vollständig vorführen.

Word fasst den ganzen Gang der Entwickelung der organischen Welt seit Ursprung derselben auf Erden ins Auge. Zwei Grundprinzipien sieht er hier walten: das biologische und das psychologische. Ersteres waltet allein zu jenen Zeiten, wo nur noch die Pflanze das Lebende ist. Nach Erscheinen des Tieres und später des Menschen gesellt sich zu diesem noch das psychologische Prinzip, welches sich zwar aus dem biologischen herausbildet, aber in seiner vollen Entwickelung von demselben grundsätzlich verschieden ist, ja sogar teilweise in Gegensatz dazu steht. Die Bethätigung alles Lebendigen wird verursacht durch Streben nach dem Vorteil, durch Neigung, Hang, Bedürfnis, und durch den Willen, dem *Word* die *Schopenhauer*'sche Deutung gibt. Die Bethätigung des Willens ist eben doppelt und geschieht nach den beiden Prinzipien: dem biologischen und dem psychologischen; die biologische Bethätigung geschieht nach der geraden Linie. Wie das Eisen vom Magneten geradlinig angezogen wird, geschieht auch die Befriedigung der Bedürfnisse nach dem biologischen Prinzip. Wäre diese direkte und unmittelbare Befriedigung in jedem Einzelfalle ausreichend, so bliebe es auch dabei. Aber die Natur stellt der Befriedigung Hindernisse, die nur auf einem *Umweg* umgangen werden können. Der Umweg liegt aber nicht offen, wie der direkte Weg (wenn eben nur ein solcher immer vorhanden wäre). Der Umweg muss somit erschaut werden. Hierzu sind zwei Vorbedingungen erforderlich: es muss eine Fähigkeit entstanden sein, die es ermöglicht, Erfahrungen zu sammeln („Mass der Intelligenz“ nach *Mach*), und ferner eine Fähigkeit, zweckdienliche Umwege zu erschauen, wo kein direkter Weg vorhanden. Beide Fähigkeiten betrachtet *Word* in einem und bezeichnet sie beide zusammen unter dem Namen „Intuition“, indem er mit Nachdruck darauf hinweist, dass Intuition und Deduktion nicht verwechselt werden dürfen.

Die Intuition macht den Intellekt aus. Sie selbst ist noch insofern Sammelname, als sie in eine Anzahl Varietäten zerfällt. Zu ihr gehören nämlich: List, Betrug, Schlauheit, Fassungskraft, Scharfsinn, Politik (?), Demagogie (?), Erfindungskraft (für Erfindung in der Technik und Entdeckung in der Naturlehre), Schöpfungskraft (für künstlerische Werke) und spekulative Kraft (für philosophische Abstraktion). Die Intuition hat ferner verschiedene Grade. Diese sind: intuitive Wahrnehmung, Verstand, Urteil (gesunder Menschenverstand). Alsdann wird noch unterschieden die aktive, männliche Intuition, welche das Neue einführt, und die passive, weibliche, die das Bestehende schützt und erhält.

Uns interessiert am meisten die Erfindungskraft. Sie gibt das Neue in der Technik und in der Wissenschaft und ist gerichtet auf die „unbelebte Natur“, sagt *Word*, und vergisst hierbei Zootechnik, Zoologie u. s. w. Besser wäre zu sagen: auf die aussermenschliche Natur. Vor allem hebt *Word* den Unterschied hervor, der zwischen natürlichen Werkzeugen der Tiere und künstlichen Werkzeugen des Menschen besteht. Dieser Unterschied könnte dazu dienen, in der Vorwelt den Zeitpunkt aufzuweisen, wann die Erfindungskraft auf Erden ihren Anfang genommen. Der erste Schritt in dieser Richtung ist gekennzeichnet durch die Verwendung zur Beistandleistung der eigenen Arbeit, eines Gegenstandes, der nicht Teil des Organismus ist. Die Kunst des Nestbaues bei Vögeln steht, für *Word*, auf der Grenze zwischen dem durch Auslese und Vererbung herangebildeten Instinkte und der Intuition.

Den Unterschied zwischen Instinkt und Intuition deute ich, für meine Person, folgendermassen: Instinkt im Sinne des Nestbaues u. dgl. nimmt beim Tiere genau denselben Platz ein, wie Gewerbe beim Menschen. Mögen die einzelnen, in beiden verwendeten Kunstgriffe noch so wunderbar erscheinen, sie sind pure Erzeugnisse der Anpassung,

der Auslese und der Vererbung. Zur letzteren rechne ich auch den Unterricht. Ganz ebenso wunderbar sind die auf demselben Wege herangebildeten Organe des pflanzlichen oder tierischen Organismus. Organ einerseits und Handwerkszeug andererseits (Urwaffe u. s. w.) haben sich säkulär gebildet und modifizieren sich immerfort, als Ergebnis des steten faktischen Gebrauchs. Die jeweiligen Abweichungen sind minimal. Konservatismus (Routine) ist die Grundeigenschaft des tierischen Instinktes und des menschlichen Gewerbes zugleich. Die Intuition dagegen ist gekennzeichnet durch die Abweichung, durch den Neophorismus. Instinkt ist wesentlich konservativ, Intuition wesentlich neophor. Nun weise ich der gewerbsmässigen Routine, somit auch dem Instinkt, den Platz im dritten Akte meines Dreiaktes an (*D. p. J.* 1899 **312** 130). Somit glaube ich zu der Aeusserung berechtigt zu sein, dass das tierische Schaffen sich nicht über den dritten Akt erhebt, und sich darin von dem menschlichen Schaffen unterscheidet. Dass das tierische Schaffen somit auf die Stufe des menschlichen Gewerbes zu stehen kommt, und beides als Funktion des Instinktes erklärt wird, erscheint mir als ein Schritt vorwärts auf dem immer noch so wenig betretenen Bergpfade der Theorie des Schaffens.

Wir kehren zu *Word* zurück. Menschliche Urwerkzeuge und Urwaffen sind Erzeugnisse der Intuition. Nach und nach hat sie unsere Wirkungssphäre auch über einzelne Naturkräfte erweitert. *Word* bleibt hier an den ganz allgemein bekannten Kräften stehen, drückt sich nur ganz allgemein aus und schliesst das Kapitel mit den Worten: „Nach Ausscheidung einiger indirekt wirkender Erziehungskräfte (?) ist man vollkommen berechtigt zu sagen, dass die Zivilisation in der Ausnutzung der Naturstoffe und -kräfte besteht; das einzige Vermögen aber, welches diese Ausnutzung vollbringt, ist die menschliche Erfindungskraft."

Im Kapitel über „Psychologie der Erfindungskraft" wird als Grundwesen der Intuition in all ihren Abarten erklärt „die Wahrnehmung von Beziehungen". In jener Abart, welche Erfindungskraft genannt wird, sind es „meist Beziehungen des Widerstandes, der Richtung, Geschwindigkeit der Bewegung und der Entfernung". Indem die Erfindungskraft auf die äussere Natur gerichtet ist, wird ihr ein uneigennütziger Charakter zugeschrieben und als Beleg dieses Charakters der Umstand gedeutet, dass der Erfinder nur selten die Früchte seiner Erfindung erntet, welche meist gewandten Geschäftsleuten zufallen. In der Oekonomie der Gesellschaft sind zwar Erfinder wie Geschäftsleute gleich nützlich, wir erkennen jedoch ein Höheres in der Begabung des Erfinders, obwohl nach dem biologischen Prinzip der Erfinder untergehen und der Geschäftsmann bestehen muss, und da sehen wir zugleich „den Unterschied zwischen einer biologischen Auffassung der Gesellschaft und der Philosophie des Meliorismus, oder zwischen der biologischen und der psychologischen Soziologie".

Das nächste Kapitel bringt „das Genie der Erfindung", psychologisch die höchste Stufe dieser Anlage, welche sich dadurch auszeichnet, dass der Mensch einen Genuss findet in der Ausübung selber, der intellektuellen Thätigkeit. Dieses Genie „führte den Menschen zu den Künsten". Rohmaterialien werden von den künstlichen verdrängt. Die zur Zeit herrschende biologische Soziologie übersieht diesen Umstand und kommt zu ungerechtfertigten Schlüssen. Sie übersieht ferner, dass jedes künstliche Gebilde ein Eingreifen in die freie Verkettung der Naturgesetze ist, dass jeder künstliche Gegenstand derart ist, wie ihn die Natur niemals gemacht hätte, dass endlich der ganze Prozess darin besteht, alles künstlich herzustellen, weil dabei immer neue und neue nützliche Anwendungen erzielt werden.

Mit dem Erfindungsgeist ausgerüstet, übt der Mensch eine mächtige Einwirkung auf seine Umgebung. Er modifiziert sie gemäss seiner Organisation und entzieht sich der Notwendigkeit der eigenen Anpassung seines Organismus an die Umgebung. *Word* betont nicht besonders diesen Satz, spricht ihn nur so flüchtig aus und kehrt nicht wieder zu dieser Frage zurück. Mir kommt aber vor, dieser Satz enthalte einen sehr tiefen Gedanken, den ich am geeigneten Ort ausführlich zu entwickeln gedenke, hier aber nur dessen Tragweite kurz hervorheben will. Zu welcher biologischen Schule man sich auch neigen mag, man deutet allgemein die Evolution des Lebenden als Anpassung des Organischen an das Anorganische. *H. Spencer* fasst überhaupt das Leben, ob allgemein, ob in seinen Einzelerscheinungen, nur lediglich auf als „Anpassung der inneren Verhältnisse (des Organischen) an die äusseren". Das Anorganische ist hier gegeben, es ist die unabhängige Variable. Das Organische ist nachgeformt, es ist die Funktion dieser Variablen. Ich finde aber, dass diese Ansicht die zweite Seite des biologischen Ueberganges übersieht: jeder Organismus übt irgend eine Rückwirkung auf die Natur aus. Am stärksten und tiefgreifendsten ist die Wirkung des mit der Technik ausgerüsteten Menschen, der die Natur rings um sich her förmlich umändert. Aber auch die Pflanze mit ihren Wurzeln, die Mikrobe mit ihrer Ausscheidung lässt die Natur nicht unberührt. Fasst man diese zweite Seite des Lebens ins Auge, so gelangt man zu einem vielseitigeren Verständnis des Lebens, indem man neben der biologischen noch eine technologische Seite des allgemeinen Vorganges entdeckt, welcher Leben heisst. *Word* geht aber nicht so weit.

Bald kommt er auf den allgemein beliebten Gegensatz zwischen Erfindung und Entdeckung und betont dem gegenüber die Identität beider, die er für Ergebnis einer und derselben Anlage, des Erfindungsgeistes, hält, und in beiden wieder eine und dieselbe Eigenschaft hervorhebt, „die Wahrnehmung der Beziehungen zwischen physischen Erscheinungen, der Eigenschaften der Körper und die Natur der mechanischen Bewegungen".

Unter Hinweis auf die etwas enge Begrenzung der ins Spiel tretenden Kräfte können wir weiter gehen. Dass der Geist der Erfindung mit dem der Entdeckung so in eins gehalten wird, ist eigentümlich und darf natürlich nicht zu einer Verwechselung beider führen; unter dieser Voraussetzung ist sie willkommen. Eben der Umstand, dass das Schaffen auf den Gebieten der Wissenschaft und der Kunst bis jetzt meistens für edel und hoch, und das technische Erfinden für trivial und flach gehalten wird, mag diese Gliederung auch aus dem edelsten Don Quixoteschen Bestreben herrühren, die Wissenschaft und die Kunst zu verherrlichen, dessenungeachtet hat dieser unwissenschaftliche Sentimentalismus nachweisbar die meisten Psychologen, Philosophen und Aesthetiker bis dato verhindert, den inneren Vorgang des Schaffens zu ergründen, auch in jenen Zweigen, denen Hochdieselben mit dem allzermalmenden und allzerschneidenden Arsenal ihrer Kritik zu Leibe gingen, so dass die wenigen vereinzelten ans Licht geförderten Perlen in der Unmasse bedruckten Papiers bei weitem noch schwieriger herauszufischen sind, als direkt aus dem Ozean des faktischen, bunten und stürmischen Lebens. Man muss sich nur hüten, die Begriffe „hoch" und „flach" dort anzuwenden, wo kein „oben" und „unten" vorhanden ist.

Die Frage, ob der Erfindungsgeist im Menschen entwickelt werden kann, beantwortet *Word* mit einem „ja" im Sinne der Verbreitung nötiger Kenntnisse, deren Mangel nur zu oft die zahlreichen wenig erfahrenen Erfinder auf Irrwege führen. *Word* weist aber noch auf den Umstand hin, dass der gesellschaftliche Erfolg neuer Erfindungen nicht allein durch den Nutzen derselben bedingt ist, sondern auch durch den jeweiligen Zustand des Publikums, das zu dem Gebrauch einer Erfindung mehr oder weniger gut vorbereitet ist. Dem abzuhelfen ist wieder berufen die Verbreitung nützlicher Kenntnisse im Publikum. Diesen trefflichen Ausführungen müssen wir die volle Anerkennung zollen.

Wie gesagt, nennt *Word* „Erfindergeist" und „Genius der Erfindung" diejenige intuitive Begabung, welche auf sachliche Verhältnisse gerichtet ist. Ein anderer Zweig richtet sich auf menschliche Verhältnisse, Politik, Demagogie. Zu ihm gehört auch der bereits berührte „Geschäftsgeist", die spezielle Anlage, die den Geschäftsmann auszeichnen muss. Noch ein anderer Zweig richtet sich auf die ästhetischen Verhältnisse und bringt die Kunst zum Vorschein. In seiner vollen Entfaltung nennt ihn *Word* „Genius der Schöpfung" und vertritt folgenden Standpunkt. Der Erfindungsgeist, welcher sich in technischer Erfindung und wissenschaftlicher Entdeckung bethätigt, verrichtet nur die eine Funktion: er erhascht ausserhalb uns bestehende Beziehungen und verwertet sie zu verschiedenen

Zwecken. In ihrem Schaffen sind somit Erfinder und Forscher gebunden durch die äusseren bestehenden Verhältnisse: „Erfindung ist ein Kompromiss zwischen dem Ideal des Erfinders und der rauhen Wirklichkeit.“ Bis hierher reichen die nützlichen Künste. In den schönen Künsten dagegen ist der schöpferische Geist frei von den Fesseln der Wirklichkeit (?), er verfolgt einzig und allein seine Ideale. Darum haben seine Werke keine unmittelbare Nützlichkeit mehr.

Noch um eine Stufe höher steht nach *Word* der „spekulative Genius“. Zu diesem rechnet er, „was gewöhnlich mit dem Namen Philosophie bezeichnet wird, zum Unterschied von der Wissenschaft“. Von allen abstrakten Beziehungen nimmt besonders die Kausalität, das Prinzip des zureichenden Grundes, den Intellekt in Anspruch. Sehr früh hat sich der spekulative Genius auch in sein Inneres vertieft und seine eigenen Beziehungen sich klar zu machen gestrebt. In der Logik und der Mathematik entfernt er sich am meisten von seinen egoistischen Anfängen. Bis hierher reicht nicht mehr die Selektionswirkung: nur die neuerworbenen Eigenschaften werden vererbt.

Schwierig dünkt es mich, diese Ansicht *Word*'s in seiner Fassung anzunehmen. Er vertritt nämlich den allerdings sehr verbreiteten Standpunkt, nach welchem eine wissenschaftliche Entdeckung keine Schöpfung darstellt, als ob der Forscher wirklich den Vorhang des Bildes von Saïs entfernt, die wahre Wahrheit sieht und dieselbe passiv beschreibt. Heutigen Tages hat besonders *Mach* unwiderleglich bewiesen, dass diese Ansicht durchaus nicht stichhaltig ist, dass die Regeln, Gesetze und Formeln der Wissenschaft echte Schöpfungen sind, intellektuelle Werkzeuge zum Zwecke einer leichteren Wiedergabe der Erscheinungen in Gedanken. Auf diesem Standpunkte stehend, wird man erstens in der technischen, der wissenschaftlichen und der künstlerischen Schöpfung einen und denselben Vorgang anerkennen müssen, und zweitens wieder unmöglich die philosophische Schöpfung so weit von der wissenschaftlichen entfernen wollen, wie dies *Word* thut. Wir kehren nun zu diesem wieder zurück.

Der Intellekt, der Inbegriff aller besprochenen Fähigkeiten bezwingt die Natur vermöge der ihm innewohnenden Fähigkeit, dort einen Umweg zu wählen, wo kein direkter Weg führt. Naturerscheinungen befolgen unabänderliche Gesetze. Hat die Naturkunde sie ergründet, so entsteht die Kunst der absichtlichen Einleitung der Erscheinungen. Was hier *Word* Kunst nennt, fassen wir lieber mit dem Worte Technik zusammen. — Die Bethätigung des Intellektes ist somit grundverschieden von der Natur.

Sehr interessant deutet *Word* auch den Unterschied zwischen Wirtschaft der Natur und der des Menschen (oder, wie er sagt, des Intellektes). Er bestreitet auf das Entschiedenste die Ansicht, als ob die Natur ihre Ziele auf dem sparsamsten Wege erreicht und beweist das Gegenteil, indem er auf die kolossale Fruchtbarkeit sehr vieler Pflanzen und Tiere deutet und nachdrücklich betont, dass die Natur nicht sparsam, sondern verschwenderisch handelt. Angesichts dieser Thatsachen, formuliert *Word* das Wesen der „biologischen Wirtschaft“, oder was mir lieber „Wirtschaft der Natur“ nennen, in folgenden zwei Grundgesetzen:

1. „Alle organische Energie ist auf einen möglichen Nutzen gerichtet.“
2. „Der wirkliche Nutzen wird erreicht durch unbegrenzte Zahl von Anstrebungen.“

Die Bethätigung der Natur beruht auf Unerschöpflichkeit ihrer Mittel. „Die Natur ist zugleich der praktischste und der verschwenderischste Wirt. Praktisch ist sie, insofern sie nichts hervorbringt, was keinen Nutzen bringt; verschwenderisch, insofern sie keine Auslagen scheut, um den unbedeutendsten Vorteil zu erzielen.“ Ersparung an Kraft, Zeit, überhaupt an Auslagen, strebt erst der mit Intellekt begabte Mensch an, der seine Zeit mit *begrenzten* Mitteln erreichen muss. „Das Tier wird von der umgebenden Natur modifiziert; der Mensch dagegen modifiziert seine Umgebung.“ Darin besteht der innere und der äussere Unterschied zwischen dem biologischen und dem psychologischen Prinzip der Evolution.

„Ohne sich neue organische Vorrichtungen zu erwerben, dank der künstlichen Herstellung von Werkzeugen, Waffen, Kleider, Wohnungen u. s. w., dank der Bezähmung der tierischen und pflanzlichen Welt, dank der Fähigkeit, vorwärts und rückwärts zu schauen, in einem Wort, dank seinem Intellekte, bemächtigte sich der Mensch der ganzen Erde und ist das einzige Tier, dessen Wohnort nicht begrenzt ist. Und dies alles hat er erreicht in der kurzen Zeit, die seit der Gletscherperiode verflossen, wenngleich die Anfänge dieser Handlungsweise in die Tertiärperiode verlegt werden müssen.“

Konkurrenz ist das Grundgesetz der biologischen Evolutionskraft. *Kooperation* ist dasjenige der psychologischen. „Die Aufgabe des Intellektes löst sich auf in dem Kampf gegen das Gesetz der Konkurrenz.“ Religion, Regierung, Gesetz, Ehe, Sitte, mit all den unzähligen Institutionen, die das gesellschaftliche und das industrielle Leben regeln, sind nur einzelne Formen dieses Kampfes. Aber die Konkurrenz verschärft sich mitunter auch, entwickelt sich und geht in die „aggressive Konkurrenz“ über, die ein Zeichen unserer Zeit ist.

(Schluss folgt.)

Das Doppler'sche Prinzip und das elektrodynamische Grundgesetz Weber's.

Von **Rudolf Mewes.**

Bisher hat man das *Weber*'sche elektrodynamische Grundgesetz, das neben dem *Ohm*'schen Gesetz in der Elektrizitätslehre von der weittragendsten Bedeutung ist, nur auf analytischem Wege durch verwickelte mathematische Schlussfolgerungen ableiten können, und doch lässt sich eine Ableitung dieses wichtigen Grundgesetzes auf ganz elementarem Wege mit Hilfe des sogen. *Doppler*schen Prinzips geben. Da das letztere, das bisher nur auf die Schall- und Lichtschwingungen Anwendung gefunden hat, in technischen Kreisen kaum bekannt sein und es wegen seiner Einfachheit und Tragweite dem Krafterhaltungsgesetze nahe kommen dürfte, so will ich zunächst einige allgemein verständliche Angaben darüber nach den diesbezüglichen Auseinandersetzungen in der populären Astronomie von *M. Clerk* vorausschicken, um sodann nach meinen früheren Ausführungen in „Elementarphysik des Aethers“, Teil II, das *Weber*'sche Gesetz abzuleiten.

Wie *Christian Doppler*, Professor der Mathematik zu Prag, im Jahre 1842 fand, ändert sich die Farbe eines leuchtenden Körpers ebenso wie die Tonhöhe eines tönenden Körpers mit der Annäherung oder Entfernung. Der Grund hierfür liegt darin, dass die Farbe sowohl wie die Tonhöhe physiologische Wirkungen sind, welche nicht von der absoluten Wellenlänge, sondern von der Anzahl der Wellen, welche in das Auge oder in das Ohr in einem gegebenen Zeitintervall eintreten, abhängen. Und diese Zahl muss, wie man leicht sieht, wachsen oder abnehmen, je nachdem sich die Ton- oder Lichtquelle nähert oder entfernt. In dem einen Falle geht der schwingende Körper den von ihm ausgehenden Wellen nach und drängt sie zusammen, in dem anderen entfernt er sich von ihnen und



zieht so den Raum, der von einer gleichen Anzahl bedeckt wird, in die Länge. Das Prinzip kann folgendermassen klar gemacht werden. Man nehme an, dass Schüsse in bestimmten Zeitabschnitten nach einer Scheibe abgefeuert würden. Rückt der Schütze vor, etwa zwanzig Schritt zwischen jeder Entladung seines Gewehrs, so werden offenbar die Schüsse schneller die Scheibe treffen, als wann er noch stillstand; zieht er sich dagegen um den nämlichen Betrag zurück, so werden sie in entsprechend längeren Zeiträumen aufschlagen. Das Resultat wird natürlich dasselbe sein, mag sich die Scheibe oder der Schütze bewegen.

Soweit hatte *Doppler* vollkommen recht. Was den Schall anbetrifft, so kann sich jeder selbst überzeugen, dass die von ihm vorausgesagte Wirkung in Wirklichkeit stattfindet, wenn er auf das abwechselnde Schriller- und Tieferwerden des Tones der Dampfpfeife, sobald ein Eilzug durch eine Station saust, achtet. Aber bei der Anwendung dieses Prinzips auf die Farben der Sterne befand er sich in einem grossen Irrtum; denn er liess die doppelte Reihe unsichtbarer Schwingungen (jenseits des violetten und diesseits des roten Lichtes) ausser acht, welche an den Veränderungen der Brechbarkeit in den sichtbaren Strahlen teilnehmen und dieselben für das Auge genau kompensieren. Es gibt daher keine Möglichkeit, in der Farbe von Körpern, welche wie die Sonne und die Sterne mit kontinuierlichem Lichte leuchten, ein Kennzeichen ihrer Bewegung zu finden.

Wir sind jedoch im Besitze der Hilfsmittel, um diese von unseren Sinnen nicht mehr wahrnehmbare Verschiebung der Lichtskala zu messen. Hierbei kommen uns die wunderbaren *Fraunhofer*'schen Linien zu Hilfe. Sie wurden von den früheren Physikern „feste Linien" genannt; aber gerade weil sie *nicht fest* sind, werden sie uns bei dieser Gelegenheit nützlich. Sie nehmen teil an der allgemeinen Veränderung des Spektrums und verraten diese zugleich durch ihre Anteilnahme. Diese Form des *Doppler*'schen Prinzips wurde im Jahre 1848 von *Fizeau* angegeben, und die ersten greifbaren Resultate in der Schätzung der Annäherung und Entfernung zwischen der Erde und den Sternen wurden am 23. April 1868 von Dr. *Huggins* der Königlichen Gesellschaft mitgeteilt. Achtzehn Monate später erfand *Zöllner* sein „Reversionsspektroskop", um die messbaren Wirkungen der Verschiebung der Linien zu verdoppeln. Mit Hilfe dieses geistvoll erdachten Instruments und im Verfolg einer Andeutung seines Erfinders gelang es Prof. *H. C. Vogel* zu Bothkamp am 1. Juni 1871 von der Rotation der Sonne herrührende Wirkungen jener Art zu entdecken. Diese Anwendung bildet zugleich die Probe und den Triumph der Methode.

Der östliche Rand der Sonne bewegt sich beständig gegen uns mit einer äquatorialen Geschwindigkeit von etwa einer Viertelmeile in der Sekunde, während sich der westliche Rand um ebensoviel entfernt. Trotzdem die Verschiebungen — gegen das Violett hin im Osten, gegen das Rot hin im Westen —, welche dieser Geschwindigkeit entsprechen, sehr gering sind, so vermochte doch Prof. *Young* im Jahre 1876 in durchaus befriedigender Weise zu zeigen, nicht nur, dass die Sonnenlinien von ihren eigentlichen Plätzen so weit abgerückt werden, dass dadurch eine Rotationsgeschwindigkeit (etwa $^1/_3$ Meile in der Sekunde), die nur wenig grösser als die aus den Beobachtungen von Flecken abgeleitete ist, angedeutet wird, sondern auch, dass die irdischen Linien (diejenigen, welche durch Absorption in der Erdatmosphäre entstehen) nicht an der allgemeinen Verschiebung nach oben und unten teilnehmen.

Eine Erweiterung des *Doppler*'schen Prinzips und seiner Anwendung wurde bis zum Jahre 1893 nicht gefunden. Dies geschah erst dadurch, dass die Arbeiten, welche von Kräften, wie die Wärme, die Elektrizität und die Schwerkraft sind, geleistet werden, von mir auf die Wirksamkeit der Aetherschwingungen der Wärme, der Elektrizität und der Schwerkraft zurückgeführt und das für diese Aetherschwingungen gültige gemeinsame Kraftgesetz aus dem *Doppler*'schen Prinzip auf elementarem Wege abgeleitet wurde. Die Grundlage dieser Schlussfolgerungen bildet die Annahme, dass alle Kräfte, für deren Uebertragung Zeit erforderlich ist, dem *Doppler*'schen Prinzip folgen müssen. Das oben angeführte Beispiel des Schützen erläutert dies ohne weiteres, wenn man das Augenmerk auf die Uebertragung der lebendigen Kräfte der die Scheibe treffenden Kugeln richtet. In diesem Falle hängt die Schwächung der Kraftwirkung ab von dem Verhältnis der lebendigen Kräfte, welche der relativen Geschwindigkeit der aufeinander wirkenden Massen und der Fortpflanzungsgeschwindigkeit der von diesen ausgehenden Kräfte entsprechen. Man erhält auf diese Weise direkt das sogen. *Weber*'sche Grundgesetz

$$W = \frac{e\,e^1}{r^2}\left(1 - b \cdot \frac{r^2}{c^2}\right).$$

In dieser Formel sind e und e^1 die in der Entfernung r aufeinander einwirkenden elektrischen Massen, c die Fortpflanzungsgeschwindigkeit der elektrischen Schwingungen in dem Leitungsdrahte, und c diejenige in der Luft. Die dem Quadrate der relativen Geschwindigkeit proportionale Schwächung ist von *Weber* nur erschlossen, aber nicht durch mechanische Prinzipien begründet worden. Diese Abnahme mit dem Geschwindigkeitsquadrat lässt sich dagegen mit Hilfe des soeben erläuterten *Doppler*'schen Prinzips in einfacher Weise begründen und mechanisch erklären.

Nach zahlreichen Versuchen während der letzten drei Dezennien lassen sich sämtliche Wellen in mechanische Arbeit umsetzen. Für die Schallwellen sind die einschlägigen Experimente von *Kundt* und *Schellbach*, für die Wärme- und die Elektrizitätsstrahlen von *Neesen*, *Crookes* und anderen Physikern angestellt worden. Sind aber die Aetherschwingungen die Ursache für die Anziehung oder Abstossung von Massen, so muss die erzeugte Wirkung der Anzahl der in der Zeiteinheit von den sich anziehenden oder abstossenden Massen ausgesandten Wellen proportional sein. Bei der statischen Elektrizität bleibt die Zahl der ausgesandten Schwingungen in der Zeiteinheit konstant; es muss daher die wechselseitige Anziehung oder Abstossung der Massen den wirksamen Massen oder der Wellenzahl direkt und dem Quadrate ihres Abstandes umgekehrt proportional sein, weil die Intensität der Wellen wegen der radialen Ausbreitung im umgekehrten Quadrat der Entfernung abnimmt. Wenn dagegen die Wellen nicht in relativer Ruhe sind, sondern sich einander nähern oder voneinander fliessen, so ändert sich dadurch die Zahl der Wellen, welche die Massen in der Zeiteinheit einander zusenden. Das Gesetz, nach welchem sich die Zahl der von den Körpern einander zugestrahlten Wellen ändert, ist in der Akustik, Optik und Wärmelehre als das *Doppler*'sche Prinzip bekannt und oben erklärt worden.

Um die Formel, durch welche dies Gesetz dargestellt wird, abzuleiten, hat man nur folgende höchst einfache Ueberlegung anzustellen. Wenn die Tonquelle und das Ohr ruhen, so gelangen an das Ohr in jeder Sekunde n Verdichtungswellen, vorausgesetzt, dass der Ton in der Sekunde n Schwingungen hat; nähert sich aber das Ohr der Tonquelle, so empfängt es mehr Verdichtungen oder Schallstösse, gerade so, wie ein Schiff mehr Wellenberge durchfurcht, wenn es denselben entgegenfährt, als wenn es ruht. Umgekehrt weicht das Ohr einer Anzahl von Verdichtungen aus, wenn es sich von der Tonquelle entfernt. Im ersten Falle erscheint ein Ton höher, im zweiten tiefer, als er ist. Ist z. B. im ersten Falle die Strecke, um die sich das Ohr in 1 Sekunde nähert, gleich s und die Wellenlänge gleich l, so liegen auf dieser Strecke $\frac{s}{l}$ Wellen, oder auch $n\frac{s}{c}$ Wellen, weil $l = \frac{c}{n}$, dem Quotienten aus der Fortpflanzungsgeschwindigkeit und der Schwingungszahl, ist. Es empfängt also das Ohr nicht nur die n Schwingungen des ursprünglichen Tones, sondern noch $n\frac{s}{c}$ dazu, so dass die Schwingungszahl

$$n^1 = n + n\frac{s}{c} = n\left(1 + \frac{s}{c}\right)$$

ist, während für ein sich entfernendes Ohr

$$n^1 = n - n\frac{s}{c} = n\left(1 - \frac{s}{c}\right)$$

ist. Leicht ergibt sich Aehnliches für das Nähern oder Entfernen der Tonquelle.

Ganz ebenso wie beim Schall liegen die Verhältnisse bei dem Nähern oder Entfernen zweier Stromleiter, nur mit dem Unterschiede, dass sie elektrische Schwingungen aussenden. Die Zahl dieser Schwingungen muss also ebenfalls durch die Formeln

$$n\left(1 \pm \frac{s}{c}\right)$$

dargestellt werden, worin s die relative Geschwindigkeit der Schwingungen in den Leitern und c die Geschwindigkeit der in der umgebenden Luft oder im leeren Raume schwingenden Atome selbst bedeutet.

Die Annahme *Weber*'s, dass in jedem elektrischen Strome gleichzeitig beide Elektrizitäten in gleicher Menge nach entgegengesetzten Richtungen fliessen, ergibt sich als Folgerung aus dem Umstande, dass die elektrischen Schwingungen infolge der radialen Ausbreitung und der totalen Reflexion an der Innenseite der Drahtoberfläche nach der positiven und negativen Stromrichtung hin den Draht durchlaufen und daher, soweit sie nicht infolge der Totalreflexion im Leiter verbleiben müssen, nach beiden Richtungen hin ausstrahlen. Ist nun die Geschwindigkeit der elektrischen Strahlen im ersten Leiter u und im zweiten u^1, so sind die relativen Geschwindigkeiten, mit welchen die elektrischen Schwingungen einander entfliehen oder aufeinander zueilen:

1. von $+c$ und $+c^1 : u - u^1$,
2. „ $-c$ „ $-c^1 : -(u - u^1)$,
3. „ $+c$ „ $-c^1 : u + u^1$,
4. „ $-c$ „ $+c^1 : -(u + u^1)$.

Während einer Sekunde wird also, wenn im ersten Leiter n, im zweiten n_1 Schwingungen in der Sekunde stattfinden, nach dem *Doppler*'schen Prinzip eine in der positiven Stromrichtung sich fortpflanzende Welle des zweiten Leiters sich mit $n\left(1 + \frac{u - u^1}{c}\right)$ Wellen des ersten und umgekehrt gleichzeitig eine in der positiven Richtung sich fortpflanzende Welle des ersten Leiters sich mit

$$n_1\left(1 + \frac{u - u^1}{c}\right)$$

Wellen des zweiten zusammensetzen, so dass bei der relativen Geschwindigkeit $+(u - u^1)$ infolge der Wechselseitigkeit der Strahlung die Gesamtzahl der von den Stromelementen ds und ds^1 einander zugesandten Wellen dem Produkt $n n_1 \left(1 + \frac{u - u^1}{c}\right)^2$ und den strahlenden Flächen ds und ds^1 proportional, also gleich

$$ds\, ds^1 . n n_1 \left(1 + \frac{u - u^1}{c}\right)^2$$

ist. Ganz entsprechend erhält man für die Gesamtzahl der Schwingungen bei der relativen Geschwindigkeit

$$-(u - u^1) : ds\, ds^1 . n n_1 \left(1 - \frac{u - u^1}{c}\right)^2,$$

$$u + u^1 : ds\, ds^1 . n n_1 \left(1 + \frac{u + u^1}{c}\right)^2,$$

$$-(u + u^1) : ds\, ds^1 . n n_1 \left(1 - \frac{u + u^1}{c}\right)^2.$$

Nach den Versuchen von *Crookes* ist aber die anziehende oder abstossende Wirkung der Aetherschwingungen der Zahl der ausgesandten Schwingungen direkt und wegen der Intensitätsabnahme dem Quadrate der Entfernung der ausstrahlenden Körper umgekehrt proportional, und folglich erhält man für die mechanische Wirkung der Wellen in den angeführten vier Sonderfällen:

$$1. \quad \frac{ds\, ds^1}{r^2} \cdot n n_1 \left(1 + \frac{u - u^1}{c}\right)^2,$$

$$2. \quad \frac{ds\, ds^1}{r^2} \cdot n n_1 \left(1 - \frac{u - u_1}{c}\right)^2,$$

$$3. \quad -\frac{ds\, ds^1}{r^2} \cdot n n_1 \left(1 + \frac{u + u^1}{c}\right)^2,$$

$$4. \quad -\frac{ds\, ds^1}{r^2} \cdot n n_1 \left(1 - \frac{u + u^1}{c}\right)^2.$$

Die algebraische Summe dieser vier Wechselwirkungen ist die Wirkung der beiden Stromelemente aufeinander; diese Summe ist, wie man durch Ausquadrierung und durch Addition der gleichnamigen Glieder findet, gleich

$$W = \frac{n n_1 . ds\, ds^1}{r^2} \cdot \left(- \frac{8 u u^1}{c^2}\right).$$

Nun lässt sich das *Weber*'sche Gesetz auf die Form

$$W = 8 \alpha \frac{e e^1 ds\, ds^1}{r^2} \cdot u u^1$$

bringen; folglich wird, abgesehen vom Vorzeichen, der von mir gefundene Ausdruck mit dem letzteren identisch, wenn $8\alpha = \frac{8}{c^2}$ oder $\alpha = \frac{1}{c^2}$ ist, da nach obigen Auseinandersetzungen e und e^1 proportional u und u^1 sind.

Aus den Versuchen von *Weber*, *Kohlrausch* und anderen namhaften Physikern folgt, dass $\alpha = \frac{1}{2 v^2}$ ist, wenn v die Lichtgeschwindigkeit bedeutet; daraus ergibt sich, dass $c^2 = 2 v^2$ oder $c = v\sqrt{2}$, also nichts anderes als die *Weber*'sche Konstante oder die Atomgeschwindigkeit ist. Die Gesetze von *Doppler* und *Weber* stimmen also vollständig miteinander.

Neuere direkt wirkende Dampfpumpen.

Von Prof. **Fr. Freytag.**

Die schwungradlosen Dampfpumpen mit direkt wirkender Steuerung, deren Konstruktion bekanntlich von *Henry R. Worthington* herrührt (1893 **288** * 62), sind jetzt ungemein verbreitet und in fast allen Betrieben anzutreffen. Trotz ihres verhältnismässig hohen Dampfverbrauches haben diese Pumpen der Einfachheit ihrer Bauart, sowie der Geräuschlosigkeit des Ganges wegen, und weil sie ferner bei grosser Sicherheit gegen plötzliches Stehenbleiben im Betriebe leicht anspringen, auch auf eine bestimmte dauernde Förderhöhe innerhalb weiter Grenzen genau eingestellt werden können, die früheren Typen von Hilfspumpen, insbesondere die Kesselspeisepumpen nahezu verdrängt.

Während jedoch die direkt wirkenden Dampfpumpen ursprünglich als sogen. Duplexdampfpumpen mit je zwei Cylindern gebaut wurden, von denen das Steuerorgan des einen Cylinders in der Regel von der Kolbenstange des Nachbarcylinders bethätigt wurde, sind in der Neuzeit auch direkt wirkende Dampfpumpen mit nur einem Cylinder — sogen. Simplexpumpen — in den Handel gebracht worden, bei denen eine Bethätigung des Steuerorgans behufs Umkehr der Kolbenbewegung unter Mitwirkung eines Hilfsschiebers, der von der Kolbenstange des eigenen Cylinders seine Bewegungen ableitet, oder aber mittels Dampfwechsel erfolgt. Häufig werden auch derartige Pumpen, um die Wirtschaftlichkeit ihres Betriebes zu erhöhen, für eine zweimalige Expansion des Arbeitsdampfes eingerichtet.

Fig. 1 bis 3 zeigen den Arbeitscylinder einer derartigen von der Firma *Lee, Howe and Co., Limited.* in Tipton, Staffs., erbauten direkt wirkenden Verbunddampfpumpe, die nach *Engineering* vom 26. August 1899 S. 258

bemerkenswerte Neuerungen in ihrer Bauart und Wirkungsweise aufweist. Die Steuerung des für Hochdruck- und Niederdruckcylinder gemeinsamen Verteilungsschiebers erfolgt durch Dampfwechsel. Die Anzahl der Einzelteile der Pumpe ist infolgedessen sehr gering. Der Cylinder ist, wie Fig. 1 erkennen lässt, durch eine mittlere Zwischenwand *f* geteilt, in deren Oeffnung sich der mit Köpfen $p\,p_1$ an den Enden versehene Trunkkolben *t* bewegt. Die auf beiden Seiten der Zwischenwand liegenden ringförmigen

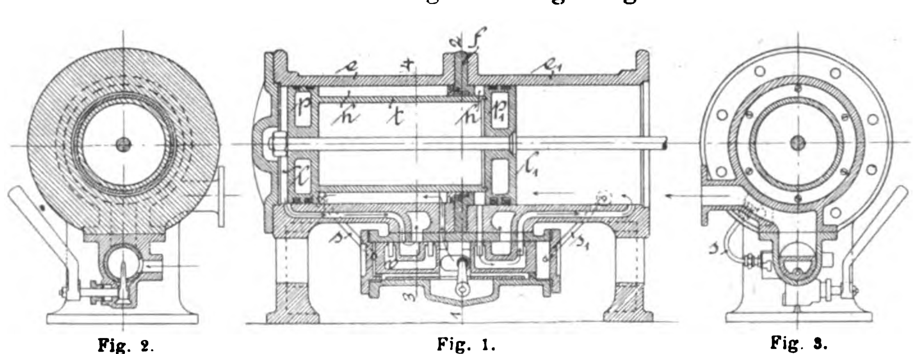


Fig. 2. Fig. 1. Fig. 3.
Arbeitscylinder einer direkt wirkenden Verbunddampfpumpe von Lee, Howe and Co., Limited.

Räume *h* erhalten abwechselnd hoch gespannten Kesseldampf, während die ausserhalb der Kolbenköpfe liegenden Cylinderräume $l\,l_1$ den Niederdruckcylinder bilden.

In dem unterhalb des Cylinders angeordneten Schieberkasten ist der Kolbenschieber *v* untergebracht, auf dessen Aussenflächen abwechselnd der durch Rohre $s\,s_1$ aus den Ringräumen *h* in den Schieberkasten geleitete Frischdampf strömt. Letzterer tritt durch einen Stutzen und eine entsprechende Oeffnung des Kolbenschiebers in die mittlere Aussparung desselben, von hier durch kurze Kanäle in Richtung der Fig. 1 ersichtlichen Pfeile in den linksseitigen Hochdruckraum *h* des Cylinders und bewegt den Trunkkolben nach links. Bevor derselbe das Ende seines Hubes erreicht, wird durch den Kopf *p* eine mit dem Rohre *s* in Verbindung stehende Oeffnung freigelegt und es erfolgt die Umsteuerung des Verteilungsschiebers *v*. Der bereits wirksam gewesene Hochdruckdampf strömt behufs weiterer Arbeitsverrichtung in den linksseitigen Niederdruckraum, während der Abdampf des rechtsseitigen Niederdruckraumes ins Freie entweicht. Die Anordnung des Schieberkastens unter dem Cylinder gestattet die Abführung von Kondenswasser unmittelbar in das Auspuffrohr; besondere Ablasshähne sind nicht vorhanden. Es ist auch darauf hinzuweisen, dass die Kolbenstange nur in einer Stopfbüchse geführt und diese nur gegen den Niederdruckdampf abzudichten ist. Der in der Zwischenwand *f* liegende Dichtungsring bildet einen wichtigen Teil der Verbundanordnung; er lässt sich nach Herausnahme des Trunkkolbens und Entfernung der Befestigungsschrauben erneuern.

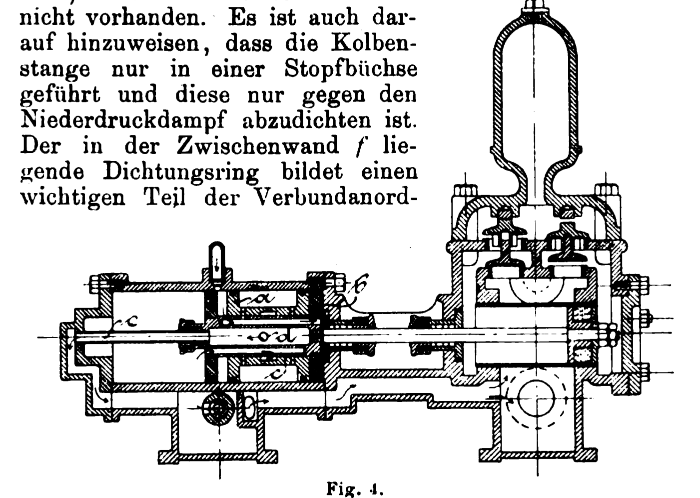


Fig. 4.
Moore-Dampfpumpe von der Union Steam Pump Co

Wegen der selbstthätigen Entwässerung könnte die Pumpe auch vorteilhaft mit komprimierter Luft betrieben werden.

Eine eigenartige Konstruktion zeigen die von der *Union Steam Pump Co.* in Battle-Creek, Mich., in den Handel gebrachten, mittels Dampfwechsel gesteuerten sogen. *Moore*-Dampfpumpen.

Die in Fig. 4 ersichtliche Pumpe hat, abgesehen von den Ventilen, nur zwei bewegliche Teile. Der eine dieser Teile besteht in dem durch eine gemeinschaftliche Stange verbundenen Dampf- und Wasserkolben, der andere ist der Rundschieber, welcher über den Dampfkolben gesteckt ist.

Der Rundschieber *a* umfasst, wie schon angedeutet, den eigentümlich geformten Dampfkolben *b* und kann auf diesem der Länge nach um eine kurze Strecke verschoben werden. Er ist als Schleppschieber angeordnet und liegt daher seine in der jeweiligen Bewegungsrichtung nachlaufende Kolbenscheibe auf der zugehörigen Scheibe des Dampfkolbens. Das metallene Mittelstück *c* des Dampfkolbens enthält die Dampfkanäle; diese bestehen aus einer zentralen und aus zwei exzentrischen Längsbohrungen. Letztere sind die eigentlichen Dampfkanäle und die zentrale Längsbohrung bildet einen Teil des Auspuffweges. Die exzentrischen Längsbohrungen münden, wie Fig. 4 erkennen lässt, in je einer Cylinderhälfte, anderseits durch je zwei Querschlitze auf der Oberfläche des Dampfkolbenmittelstückes *c*. Letzteres bildet den Schieberspiegel. Je nachdem nun der Rundschieber die eine oder andere Grenzlage auf dem Dampfkolben einnimmt, werden die Kolben in dem einen oder anderen Sinne bewegt. Während des Ganges ändern Kolben und Schieber ihre gegenseitige Lage nicht. Am Hubende jedoch, wenn die beiden aufeinander liegenden Kolbenscheiben unter die Oeffnung für den Dampfeintritt gelangen, strömt Frischdampf zwischen diese, welcher den Rundschieber der Länge nach am Kolben so lange verschiebt, bis die beiden anderen Kolbenscheiben aufeinander treffen. Diese Verschiebung hat den Umtausch der Dampfwege zur Folge, so dass die Maschine umsteuert.

Der Auspuffdampf wird durch besondere Kanäle *d* im Mittelstück *c* in dessen zentrale Längsbohrung geleitet. Aus dieser gelangt er zum Gehäuse eines in dem Sockel

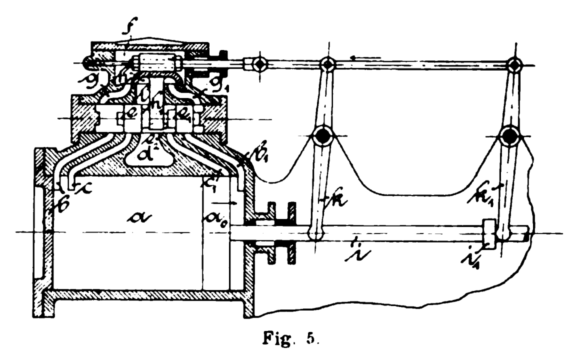


Fig. 5.
Direkt wirkende Dampfpumpe von Schmidt.

der Maschine angeordneten Hahnes. Die Zuleitung des Auspuffdampfes aus der Zentralbohrung des Dampfkolbens zu diesem Hahne erfolgt bei den kleineren Typen, deren Mittelstück durch einen Deckel dicht abgeschlossen ist, durch die hohle Kolbenstange, aus welcher er ungefähr in der Mitte zwischen Dampf- und Pumpcylinder durch mehrere Löcher austritt. Bei grossen Typen nach Fig. 4 hingegen, deren Mittelstück offen ist, befindet sich innerhalb des Dampfcylinders ein zentrales Rohr *c*, durch welches der Auspuffdampf entweicht.

Der Auspuffhahn leitet den Abdampf entweder in die Auspuffleitung oder in den Saugraum der Pumpe, wo er kondensiert und durch Abgabe seiner Wärme das Pumpwasser erwärmt.

Die beschriebene Einrichtung ist nicht nur bei Kesselspeisepumpen von Vorteil, weil sie dort den Wärmeverbrauch der Pumpe herabmindert, sondern auch in anderen Fällen, so z. B. dort, wo das Einfrieren der Flüssigkeit vermieden werden soll, bei Bergwerkspumpen, wo hierdurch die Auspuffleitung erspart wird u. s. w.

Ein „Durchgehen" der *Moore*-Pumpen ist deshalb nicht

möglich, weil die Auspuffwege derart angeordnet sind, dass bei Ueberschreitung der höchst zulässigen Tourenzahl, bezw. der dieser entsprechenden Durchflussgeschwindigkeit des Dampfes durch die Auspuffwege, der Abdampf in schnell zunehmendem Masse gedrosselt wird.

Die *Moore*-Pumpen werden für grosse Druckhöhen (Kesselspeisung, Feuerlöschzwecke u. s. w.) und für geringe Druckhöhen (Kompressoren, Vakuumpumpen u. s. w.) gebaut.

Bei der direkt wirkenden Dampfpumpe von *J. P. Schmidt* in Berlin hat der Dampfcylinder a (Fig. 5) zwei an den Enden liegende Kanäle $b\,b_1$ für den Eintritt und zwei innen liegende $c\,c_1$ für den Austritt des Dampfes. Der mittlere Kanal d dient, wie bei jeder Dampfmaschine, als Austrittskanal. Diese verschiedenen Kanäle werden durch einen frei beweglichen Kolbenschieber mit zwei Kolben $e\,e_1$ abwechselnd geöffnet und geschlossen. Den Zutritt des Dampfes zum Kolbenschieber vermitteln vom Schieberkasten f aus zwei Kanäle $g\,g_1$, welche ihrerseits wiederum durch einen mit Ansatz h_1 versehenen Muschelschieber h ohne Ueberdeckungen, der von der Kolbenstange i unter Vermittelung von Anschlaghebeln $k\,k_1$ in der Fig. 5 ersichtlichen Weise bewegt wird, abwechselnd abgeschlossen und geöffnet werden.

Fig. 6.

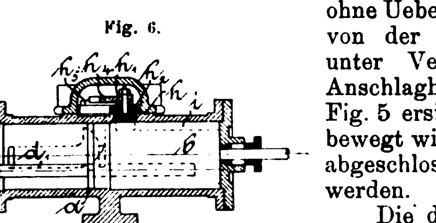
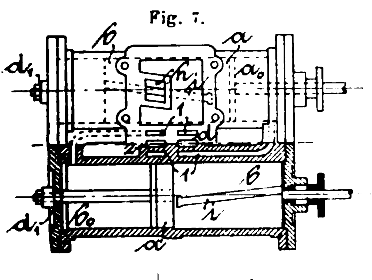


Fig. 7.



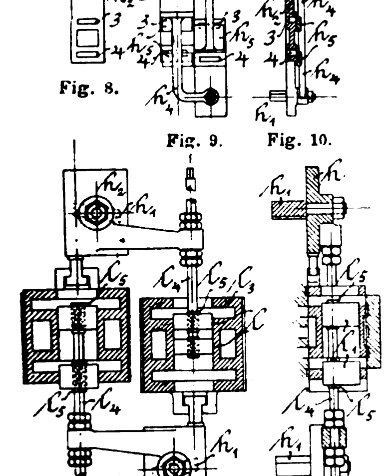


Fig. 8. Fig. 9. Fig. 10.

Fig. 11. Fig. 12.

Expansionsschiebersteuerung zur Odesse-Dampfpumpe von Oddie und Hesse.

Die dargestellte Stellung der Steuerungsteile kennzeichnet den Beginn der Umsteuerung. Bei der Weiterbewegung des Kolbens a_0 in der durch den Pfeil bezeichneten Richtung wird, sobald der Ring i_1 mit dem Kopf des Hebels k_1 in Berührung gekommen ist, sowohl der Muschelschieber, als auch durch den Mitnehmer k_1 der Kolbenschieber $e\,e_1$ verschoben und zwar ersterer so weit, dass etwas Dampf durch g_1 vor den Kolbenschieber e_1 und ferner der bisher hinter dem Kolbenschieber e befindliche Dampf durch g und l nach d entweichen kann. Es wird daher vor e_1 eine Druckerhöhung, hinter e eine Druckverminderung eintreten und der Kolbenschieber infolgedessen nach links verschoben. Nachdem er einen gewissen Teil seines Hubes, welcher dem toten Gange e_2 entspricht, zurückgelegt hat, nimmt er mittels des Mitnehmers h_1 den Muschelschieber h mit und öffnet dadurch beide Kanäle $g\,g_1$ vollkommen, während seine Kolben $e\,e_1$ die Kanäle b und c_1 geschlossen, diejenigen c und b_1 aber geöffnet haben.

Dadurch ist die Umsteuerung vollendet und der Dampf bewegt den Kolben a_0 entgegengesetzt der Pfeilrichtung, worauf am Ende des Hubes dasselbe Spiel in umgekehrter Richtung vor sich geht.

Die von *F. Oddie* und *G. Hesse* in Clapham (England) unter dem Namen *Odesse*-Dampfpumpe in den Handel gebrachte Duplexpumpe arbeitet mit einer Expansionsschiebersteuerung (D. R. P. Nr. 96795), deren Organe von den Kolben der Dampfcylinder ihre Bewegung ableiten. In den äusseren Umfang des verhältnismässig langen Arbeitskolbens eines jeden Dampfcylinders ist eine schräge Nut von rechteckigem Querschnitte eingehobelt, in welche ein entsprechend schräg gerichtetes, am Grundschieber des benachbarten Cylinders befestigtes Gleitstück hineinragt; dasselbe erteilt dem genannten Schieber bei der Bewegung des Kolbens eine zur Cylinderachse quer gerichtete Bewegung. Auf dem Rücken der Grundschieber liegende Expansionsschieber können ähnlich den *Meyer*'schen Expansionsschiebern mittels links- und rechtsgängiger Spindeln, sowie Handrades und Skala auf jeden zwischen etwa 0,5 und 1 liegenden Füllungsgrad eingestellt werden. Da nun jeder Expansionsschieber auf dem Rücken desjenigen Grund-

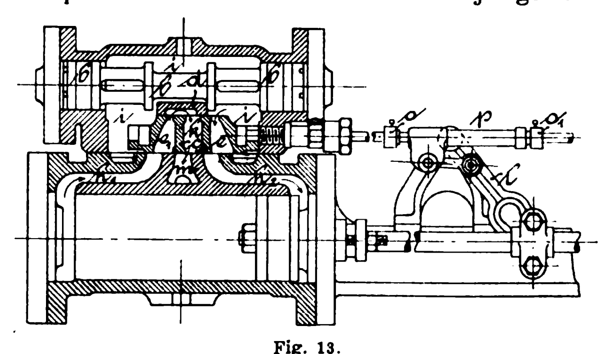


Fig. 13.

Pumpe von der Blacke Manufacturing Co.

schiebers arbeitet, mit dem er nicht in fester Verbindung steht, jeder Grundschieber aber von dem Kolben des Nachbarcylinders bethätigt wird, so steuert zwar, wie bei allen Duplexpumpen, die eine Maschinenseite den Grundschieber des Nachbarcylinders, aber mit diesem zugleich auch ihren eigenen Expansionsschieber. Dieser letztere Umstand ist noch insofern beachtenswert, als dadurch jede Maschinenseite auch eine Kontrolle über den eigenen Dampfzutritt ausübt.

Die *Revue de Mécanique* 1899 entnommenen Abbildungen (Fig. 6 bis 10) zeigen die Einzelteile der besprochenen Steuerung. Die langen und schweren Kolben liegen mit einem Teil a dicht an der Cylinderwand an, während der Teil b derselben einen etwas kleineren Durchmesser als der Cylinder hat. Um einer etwaigen Drehbewegung der Kolben entgegenzuwirken, führen sich dieselben noch an Stangen d_1, die an den Cylinderdeckeln exzentrisch befestigt sind.

In die auf den äusseren Umfang der Kolben eingeschnittenen Nuten i greifen mit ihren Verlängerungen durch Löcher h des Schieberspiegels tretende Gleitstücke h_1, welche die Ein- und Ausströmschieber der Cylinder in der nachstehend beschriebenen Weise bethätigen.

Auf dem mit Oeffnungen $1\,1$ für die Einströmung und solchen $2\,2$ für die Ausströmung des Dampfes versehenen Schieberspiegel d eines jeden Cylinders werden die mit den Gleitstücken h_1 verbundenen Grundschieber h_2 quer zur Cylinderachse hin und her bewegt. Am Grundschieber h_2 des Cylinders ist mittels eines Armes h noch eine Platte h_5 befestigt (Fig. 6, 9 und 10), welche, wie bei der *Meyer*-Steuerung, die Durchlasskanäle 3 und 4 im Grundschieber für den Dampfeintritt in den Cylinder b vor Beendigung des Kolbenhubes abschliesst. Man sieht, dass das von einem der Arbeitskolben bewegte Gleitstück h_1 die Dampfverteilung des Nachbarcylinders, sowie die Expansion des Dampfes im eigenen Cylinder regelt.

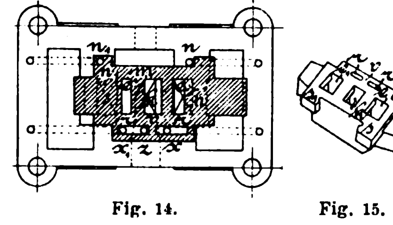


Fig. 14. Fig. 15.

Pumpe von der Blacke Manufacturing Co.

In Fig. 9 und 10 sind die Expansionsschieber als einfache Plattenschieber, in Fig. 11 und 12 als Rundschieber mit je zwei Kolben l_1 ausgebildet, deren gegenseitige Lage durch Drehung der mit Links- und Rechtsgewinde l_5 versehenen Spindel l_4, dem jeweiligen Füllungsgrade entsprechend, eingestellt werden kann.

Mit dieser Einrichtung versehene Pumpen gestatten

sonach eine weit höhere Ausnutzung der Expansivkraft des Arbeitsdampfes, als bei allen anderen derartigen Pumpensystemen möglich ist.

Nach *Engineer* vom 23. Oktober 1896 förderte eine

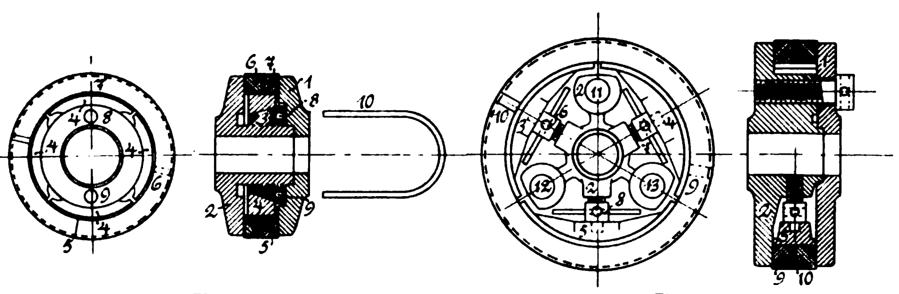


Fig. 16. Fig. 17.
Kolben zur Pumpe von der Blacke Manufacturing Co.

Odesse-Dampfpumpe mit Dampfcylindern von 300 mm und Wassercylindern von 200 mm Durchmesser bei 300 mm gemeinschaftlichem Kolbenhub und einer Spannung des Arbeitsdampfes von 5,6 kg/qcm stündlich 112 cbm.

Eine neuere Type der von der *Blacke Manufacturing Co.* in New York als eincylindrige und als Duplexdampfpumpe erbauten, direkt wirkenden Wasserhebemaschinen mit Steuerung des Verteilungsschiebers von der Kolbenstange aus, zeigen Fig. 13 bis 15.

Der Dampfcylinder arbeitet mit zwei Schiebern *c* und *d*, von denen der Grundschieber *c* mit einer Anzahl Schlitze und Ansätze versehen ist. Die beiden äusseren Schlitze $c\,c_1$ dienen als Dampfverteilungskanäle, der mittlere *k* als Auspuffkanal. Der obere Schieber *d* steht unter der Einwirkung eines Hilfskolbens *b*. Hat der Grundschieber *c* die in Fig. 13 ersichtliche Lage eingenommen, so hat der Dampfkolben seine rechte Endstellung erreicht und die beiden Schieber *b* und *d* stehen am linken Ende ihres Hubes. Der Grundschieber *c* dagegen hat seinen Rechtshub fast vollendet. Infolgedessen kann frischer Dampf aus dem Schieberkasten *i* durch $e\,h_2$ gegen die rechte Seite des Kolbens drücken, während der vordere wirksam gewesene Dampf durch $h_1\,e_1\,k\,m$ in den Auspuffkanal entweicht. Der Kolben bewegt sich nunmehr nach links.

Fig. 18.

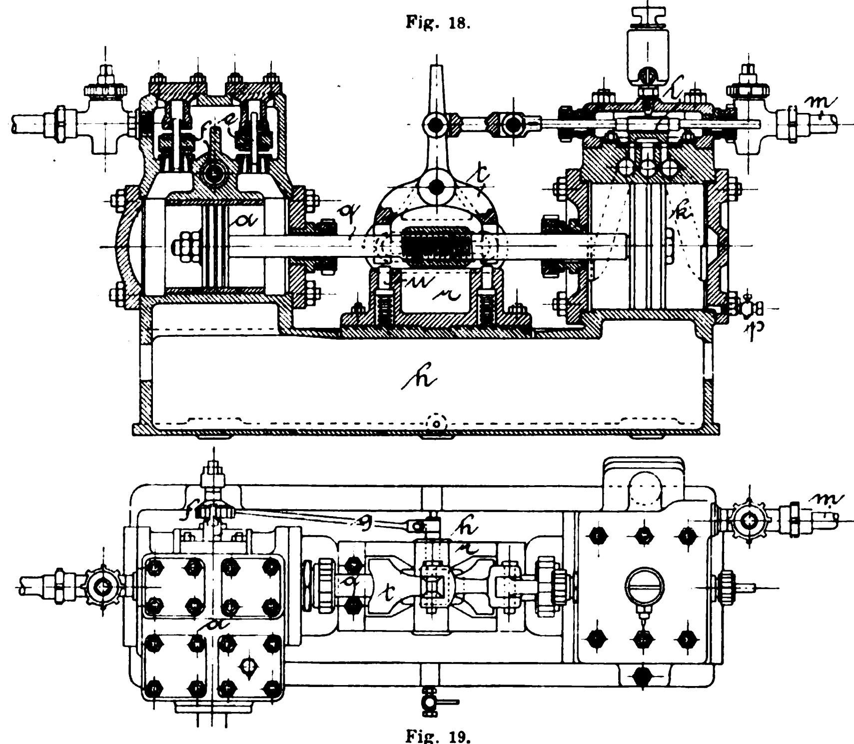


Fig. 19.
Dampfpumpe von Belleville.

Bevor er diesen Hub vollendet hat, wird sich der Schieber *c* ebenfalls nach links bewegen und unter Vermittelung der Oeffnungen *r r* und der Ansätze $s\,s_1$ (Fig. 14 und 15) durch die Bohrung n_1 eine gewisse Dampfmenge hinter das linksseitige Ende des Kolbens *b* treten. Letzterer wird nun nach rechts verschoben, wobei er den Schieber *d* mitnimmt, so dass die Maschine umgesteuert ist. Man sieht, dass der Ansatz *s* des Schiebers *c* die Bohrung *n* schliesst, während s_1 die Bohrung n_1 freilegt, so dass frischer Dampf auf die linke Seite von *b* und gleichzeitig, nachdem die Wandung *r* des genannten Schiebers die Oeffnung *z* überschritten hat, die rechte Seite von *b* durch *r* und *x* mit dem Auspuffkanal in Verbindung treten kann.

Die vorbeschriebene Anordnung gestattet, die Pumpe in jeder Stellung anlassen zu können. Die Verwendung des Kolbenschiebers schliesst ferner das Auftreten von starken Stössen beim Umsteuern des Schiebers *d* gänzlich aus.

Die Bethätigung des Schiebers *c* erfolgt durch einen von der Stange des Arbeitskolbens mitgenommenen Hebel *l*. Derselbe ist durch eine kleine Lenkstange mit der auf

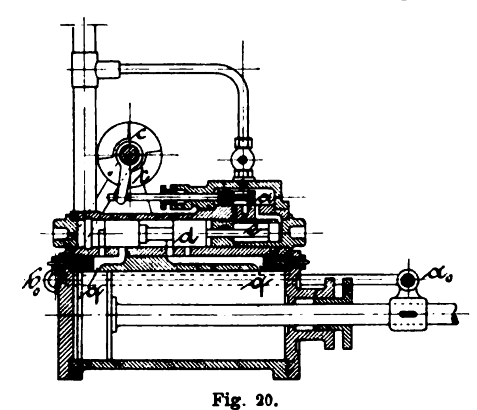


Fig. 20.
Direkt wirkende Dampfpumpe von Merryweather and Sons.

der Spindel des Schiebers *c* frei beweglichen Kulisse *p* verbunden, welche je nach der ihr erteilten Bewegungsrichtung mit dem einen oder andern der auf der Schieberspindel verstellbar befestigten Anschläge $o\,o_1$ in Berührung kommt und so den Schieber *c* umsteuert.

Bemerkenswert ist noch die Konstruktion der zur Pumpe gehörigen Wasserkolben.

Fig. 16 zeigt einen derartigen Kolben für kleinere, Fig. 17 einen solchen für grössere Pumpen.

Der für kleinere Pumpen bestimmte Kolben (Fig. 16) besteht aus zwei Platten *1* und *2*, welche durch die verlängerte Nabe der letzteren in einem bestimmten Abstande erhalten werden. Ueber die mit einem Gewinde versehene Nabe ist ein am äusseren Umfange kegelförmig abgedrehter Pressring *3* geschraubt, mittels dessen die vier Segmente *4* gegen ein Stahlband *5* gepresst und so die um dieses gelegten, aus Kautschuk gefertigten Kolbenringe *6 7* gespannt werden. Zum Verschrauben des Pressringes *3* dient der ⊃-förmig gebogene Schlüssel *10*, dessen Gabelenden in die Löcher *8* und *9* des Pressringes eingreifen. Der grössere Kolben (Fig. 17) zeigt im allgemeinen dieselbe Konstruktion wie der kleinere, nur werden die Segmente *3*, *4* und *5* nicht durch einen kegelförmigen Pressring, sondern durch drei Schrauben *6*, *7* und *8* gegen eingelegte Federn gepresst, welche auf die Kautschukringe *9 10* wirken. Die Platten *1 2* sind hier durch drei Kopfschrauben *11 12 13* miteinander verbunden.

Die direkt wirkende Dampfpumpe von *M. Belleville* ist mit einer Einrichtung versehen, mittels welcher die Druckarbeit der Pumpe an den Enden des Kolbenhubes aufgehoben wird.

Der Pumpencylinder *a* (Fig. 18 und 19) mit hinter

der Bildfläche liegenden Saugventilen und Druckventilen e bietet nur insofern Bemerkenswertes, als noch ein Hahn f in das Pumpengehäuse eingeschaltet ist, dessen jeweilige Stellung eine Verbindung des Saug- und Druckraumes der

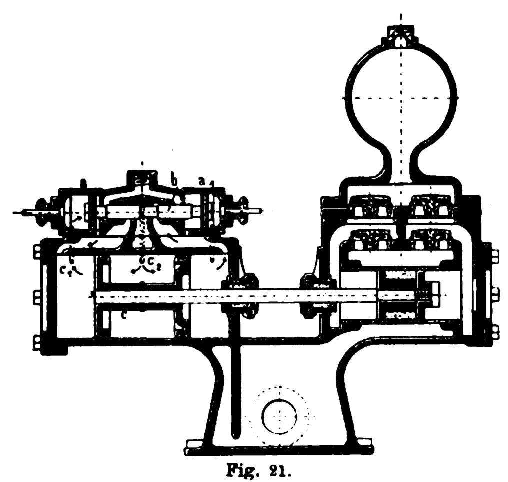


Fig. 21.
Mittels Dampfwechsel gesteuerte Pumpe von Becker.

Pumpe ermöglicht, womit die Bewegung des Schiebers aus einer Endstellung in die andere erleichtert wird. Der Hahn f wird durch eine mit den Steuerungsmechanismen der Pumpe verbundene Lenkstange g bewegt.

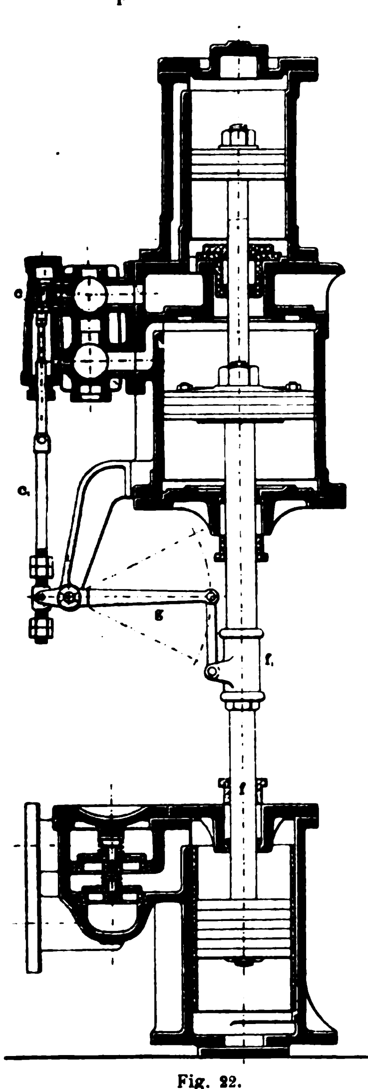


Fig. 22.
Stehende Compound-Dampfpumpe von Hall and Sons.

Zur Dampfverteilung dient ein gewöhnlicher Schieber l, der durch eine von der Kolbenstange q in schwingende Bewegung versetzte Gabel t, deren Hub durch federnde Bolzen u begrenzt ist, mitgenommen wird. Die Gabel t schwingt um einen Bolzen des auf dem Maschinenbett h befestigten Supports r. Dem Schieberkasten des mit Ablasshahn p versehenen Dampfcylinders k strömt Frischdampf durch die mit Absperrventil versehene Leitung m zu.

Bei der direkt wirkenden Dampfpumpe von *Merryweather and Sons* in Greenwich erfolgt die Umsteuerung des Verteilungsorganes wieder durch Dampfwechsel.

Wie Fig. 20 erkennen lässt, bethätigt der durch das Gestänge $a_0 b_0 c$ von der Kolbenstange bewegte Daumen t einen Hilfsschieber a, so dass Dampf auf die eine oder andere Seite des in dem Cylinder c liegenden kleinen Kolbens strömen kann, wodurch der mit ihm verbundene Hauptschieber d entsprechend mitgenommen wird.

Der Schieber d steuert die Dampfverteilung des Hauptcylinders; letzterer ist noch, um behufs Vermeidung von Stössen beim Hubwechsel eine genügende Kompression zu erhalten, mit Hilfskanälen q versehen.

Die namentlich für Feuerlöschzwecke bestimmte Pumpe kann auch, wie schon 1895 **297** * 146 erläutert, von Hand betrieben werden.

Eine ebenfalls mittels Dampfwechsel gesteuerte Pumpe von *Ludwig Becker* in Offenbach a. M. zeigt die dem *Praktischen Maschinenkonstrukteur* vom 15. September 1898 entnommene Abbildung (Fig. 21).

In der angegebenen Stellung des Kolbens c, der sich von links nach rechts bewegt, strömt der in den Schieberkasten eintretende Frischdampf durch die ringförmige Oeffnung zwischen dem dünneren Teile des Steuerventils b und der kreisförmigen Bohrung in der linksseitigen Wandung des Schieberkastens nach der linken Kammer a desselben und von dieser in den Cylinder. Der auf den Flansch des Ventiltellers wirkende Dampfdruck hat das Bestreben, das Ventil nach links zu bewegen. Dagegen wird durch eine Bohrung c_1 der linke Teil der Kammer a vom Cylinder aus mit Dampf versorgt, welcher bestrebt ist, den Kolben b nach rechts zu bewegen. Es wirkt sonach der Einlassdampf auf Schliessen des Ventils hin, während der Cylinderdampf das Oeffnen desselben anstrebt. So lange nun beide Kräfte sich das Gleichgewicht halten, befindet sich das Ventil in Ruhe. Wächst jedoch die Kolbengeschwindigkeit der Pumpe über ein zulässiges Mass, so sinkt der Druck des Cylinderdampfes unter denjenigen des Einströmdampfes und es wird das Ventil nunmehr geschlossen. Hierin besteht das Prinzip der Selbstregulierung dieser Pumpe, welches das Durchgehen derselben unmöglich macht. Eine Geschwindigkeitsüberschreitung tritt z. B. ein, wenn der Saugkorb der Pumpe ausser Wasser kommt u. s. w.

Während aber das Ventil durch das Zusammenwirken des frischen Dampfes im Schieberkasten und des Cylinderdampfes ausbalanziert wird, dient frischer Dampf zum Umsteuern des Ventiles. Dieser Dampf gelangt durch c_2 in

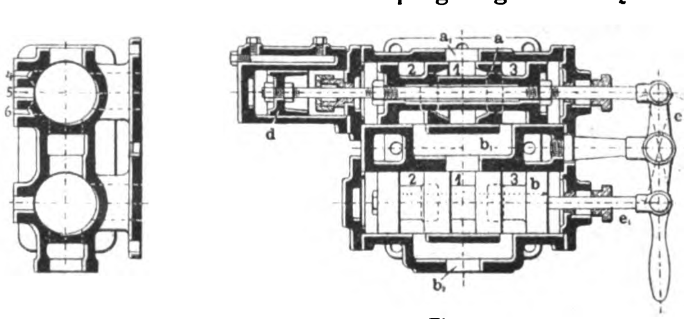


Fig. 23. Fig. 24.
Stehende Compound-Dampfpumpe von Hall and Sons.

den zwischen den beiden Flanschen des Kolbens c liegenden Raum und von hier durch den Kanal nach dem äusseren Raume der rechten Schieberkastenkammer, sobald der Kolben das Ende seines Hubes nahezu erreicht hat. Die Ventile der Pumpe sind gleich ihren Sitzen aus Rotguss gefertigt; die Wasserführung in ihnen ist, um einen stossfreien, geräuschlosen Gang der Ventile zu sichern, derart, dass sie nur bis zu einer begrenzten Höhe durch das Wasser gehoben werden können, also keines Anschlages bedürfen. Zur Erzielung eines sanften Schlusses sind die Ventile mit einem Wasserpolster ausgestattet.

Um die Ausnutzung des Dampfes in direkt wirkenden Dampfpumpen zu verbessern, arbeiten die von *Hall and Sons* in Peterborough erbauten derartigen Pumpen mit zweistufiger Expansion.

Wie die Abbildung (Fig. 22) einer stehenden Compound-Dampfpumpe der genannten Firma erkennen lässt, sind beide Cylinder mit horizontalen Kolbenschiebern a b (Fig. 23 und 24) versehen, deren jeder vier, ein einziges Gussstück bildende Kolben trägt. Der Frischdampf tritt durch die Oeffnung a_1 in den Hochdruckcylinder, während der in diesem wirksam gewesene Dampf durch die beiden von den Kolben des Schiebers a gebildeten Ringkanäle *2 3* in den Sammelkanal b_1 geleitet wird. Aus diesem gelangt er durch den Kanal *1* des Kolbenschiebers b in den Niederdruckcylinder, während der Abdampf aus diesem durch die Ringkanäle *2 3* des Schiebers b in den Auspuffkanal b_2 entweicht.

Die beiden Verteilungsschieber a b werden durch einen kleinen, unter Vermittelung der Muffe f_1, des Hebelsystems g, sowie der Stange c_1 von der Kolbenstange f aus bethätigten Kolbenschieber c gesteuert, welcher sich in



einem an den Schieberkasten angeschraubten Cylinder vor den Kanälen *4 5 6* (Fig. 23) auf und nieder bewegt und durch diese die Zufuhr frischen Dampfes vor und hinter dem Hochdruckverteilungsschieber *a* vermittelt, so dass sich derselbe vor- und rückwärts bewegt. Der Schieber *a* wiederum steuert durch den zweiarmigen Hebel e_1 den Niederdruckschieber *b*. Um die bei der Bewegung der Schieber *a b* auftretenden Stösse zu mildern, ist noch ein Katarakt *d* angeordnet. Soll die Pumpe belastet anlaufen, so bringt man die Schieber *a b* von Hand in eine derartige Stellung, dass auch unter den Kolben des Niederdruckcylinders frischer Kesseldampf treten kann.

Die gebräuchlichen Automobilsysteme.

Von Professor **H. Bachner** in Stuttgart.

(Fortsetzung des Berichtes S. 287 d. Bd.)

V. *Andere Arten der Energieversorgung.*

Das eigentliche Gebiet der Akkumulatorwagen ist das Innere der Städte mit guten Strassen, welche wesentlich zur Schonung der Zellen beitragen, sowie der verhältnismässig häufigen und bequemen Gelegenheit, die erschöpfte Batterie aufzuladen. Handelt es sich dagegen um Zurücklegung grösserer Entfernungen, so versagt diese Betriebsweise sehr bald, hauptsächlich weil es an der Gelegenheit fehlt den Energievorrat zu erneuern.

Auf Grund dieser Erwägungen sind einige eigenartige Konstruktionen entstanden, welche wir mit Rücksicht auf die Wichtigkeit der vorliegenden Frage für den allgemeinen Verkehr zum Schluss noch besprechen wollen.

Verhältnismässig nahe liegt der Gedanke, transportable Ladestationen zu schaffen, welche an solchen Orten zeitweise aufzustellen wären, wo ein entsprechender Verkehr von Akkumulatorwagen bei bestimmter Gelegenheit zu erwarten ist. Die Ausführung derartiger Einrichtungen wird wohl meist am Kostenpunkt scheitern, denn die ohnedies nicht wohlfeile elektrische Energie wird durch den mechanischen Transport noch wesentlich verteuert. Die Ausführung selbst wäre etwa so zu denken, dass ein mit Benzinmotor und Dynamo ausgerüstetes Fahrzeug durch Pferde an Ort und Stelle gebracht würde; ähnlichen Zwecken soll die fahrbare Ladestation der Firma *Henschel und Co.* [1]) dienen, welche auf der internationalen Motorwagenausstellung zu Berlin 1899 zu sehen war, doch ist über ihre innere Ausrüstung a. a. O. nichts Näheres zu finden.

Einen ganz verschiedenen Weg hat *Müller* in Berlin eingeschlagen, indem er seinen Akkumulator nach übrigens bereits anderweit bekanntem Vorgang aus negativen Zinkplatten und positiven Bleisuperoxydplatten aufbaut und nun die Eigenschaft dieser Platten benutzt, auch in trockenem Zustand ohne wesentliche Veränderung haltbar zu sein. Die gewöhnliche negative Bleischwammplatte besitzt diese Eigenschaft bekanntlich nicht in genügendem Mass. Die entsprechend zubereiteten Platten können demnach nun in trockenem Zustande aufbewahrt, daher auch an beliebigem Orte vorrätig gehalten werden, und die Herstellung einer betriebsfertigen Batterie vollzieht sich damit um so einfacher, als die Füllung der Zellen nicht mit Schwefelsäure, sondern lediglich mit reinem Wasser zu geschehen hat.

Abgesehen davon, dass in längerer Betriebsdauer gesammelte Erfahrungen zur Zeit nicht vorliegen, lässt sich die Befürchtung nicht unterdrücken, dass sich auch hier der Preis dieser sogen. „käuflichen Elektrizität" verhältnismässig recht hoch stellen werde, auch wenn man, wie von interessierter Seite betont wird, die erschöpften Superoxydplatten in Tausch [2]) geben kann. Jedenfalls dürfte an die fruchtbringende Einführung dieser Form elektrischer Energie erst bei Grossbetrieb, bezw. bei lebhafter Nachfrage zu denken sein, wozu vorläufig im Hinblick auf die wesentlich günstigeren Verhältnisse des Benzinwagenbetriebs im Gebiet der Ueberlandfahrten die Zeit noch nicht gekommen erscheint.

[1]) *D. p. J.* 1899 **314** * 122.
[2]) *D. p. J.* 1899 **314** * 125.

In jüngster Zeit hört man von einer eigentümlichen Kombination zwischen Benzinmotor, Elektromotor und Akkumulatorenbatterie, die als System *Pieper* bezeichnet wird und dem Prinzip nach als richtig angesehen werden muss. Auf der Kurbelwelle des Benzinmotors sitzt der Anker einer kleinen Dynamomaschine, der bei mittlerer Belastung an der Arbeitsleistung der Maschine nur insoweit beteiligt ist, als er die Grösse der rotierenden Massen vermehrt und wie ein Schwungrad wirkt, welches er bei geeigneter Konstruktion auch vollständig ersetzen kann.

Dieselbe Kurbelwelle bewegt einen Regulator, dessen Aufgabe darin besteht, bei zu geringer und zu hoher Umdrehungszahl des Benzinmotors die Dynamo in den Stromkreis der Batterie einzuschalten zu dem Zweck, dass bei vermehrtem Energiebedarf infolge grösseren Fahrwiderstandes die Dynamo als Motor wirkt, indem sie der Batterie Strom entnimmt, während sie bei geringem Fahrwiderstand den Ueberschuss der Motorleistung als Generator wirkend in elektrische Energie umsetzt und als Ladestrom der Batterie zuführt.

Wie man sieht, geht die Absicht dahin, für den Benzinmotor unter allen Umständen eine gleichbleibende Belastung zu erzielen, die nach dem früher Gesagten einen ausserordentlich günstigen Einfluss auf den Wirkungsgrad des Motors und damit auf die Betriebskosten ausübt. Dabei muss naturgemäss die Umdrehungszahl fast konstant bleiben, und für die Regulierung der Fahrgeschwindigkeit ist wie beim eigentlichen Benzinwagen ein variables Vorgeleg erforderlich. Andererseits dürfte der den Regulator bewegende Unterschied in den Tourenzahlen der Kurbelwelle kaum genügen, um die elektromotorische Kraft der Dynamo das eine Mal dem Entladezustand, das andere Mal dem Ladezustand der Batterie anzupassen; es wird der Regulator vielmehr vermutlich gleichzeitig durch Aenderung des Widerstandes der Nebenschlusswickelung auf die Erregung der Maschine einwirken.

Der Vorteil der Anordnung liegt wie gesagt in der gleichbleibenden Belastung des Benzinmotors, wodurch nebenbei auch der gerade bei geringer Inanspruchnahme auftretende lästige Geruch und Lärm beseitigt wird; beim Anfahren und auf Steigungen wird der Elektromotor als sehr brauchbare Hilfskraft sich mit in die Arbeit teilen. Dagegen erscheint es zunächst fraglich, ob die Batterie, die natürlich mit Rücksicht auf das gleichzeitig vorhandene Gewicht des Benzinmotors verhältnismässig wenig leistungsfähig ausfallen wird, bei der vorliegenden Betriebsweise vor Ueberlastung geschützt werden kann; auch hier muss die Erfahrung die Entscheidung geben, ob die Vorteile der grösseren Komplikation im stande sind, die vorhandenen Mängel auszugleichen.

Alle bisher genannten Konstruktionen elektrischer Motorwagen gründen sich auf die Annahme, dass für schienenlosen Betrieb das Energiezuführungssystem der elektrischen Strassenbahnen, welches sich ja in der Form der oberirdischen Zuführung — *Trolley*-System — so gut bewährt hat, ausgeschlossen sei. Neuere Versuche zeigen indes, dass immerhin einige Aussicht besteht, Automobilfahrzeuge durch bewegliche Kontakte mit den über oder neben der

Fahrstrasse aufgehängten Zuleitungsdrähten in dauernder Verbindung zu halten; dass dabei mindestens zwei Leitungen

Fig. 109.
Elektromobil mit Motortrolley System Lombard-Gerin.

erforderlich sind, ist bei dem Fortfall der Schienen selbstverständlich.

Anlass, dieser Frage näher zu treten, bietet z. B. die elektrische Kanalschleppschifffahrt, die in letzter Zeit insbesondere von der Firma *Siemens und Halske A.-G.* weiter ausgebildet wurde. Umfassende Versuche[3]) mit zwei Systemen, *Laub* und *Köttgen*, brachten zunächst die Entscheidung darüber, ob für den vorliegenden Zweck das Schwebefahrzeug System *Laub* den Vorzug verdient, welches an einem von Masten getragenen Drahtseil läuft, oder der den Treidelpfad benutzende, auf Schienen laufende vierräderige Schleppwagen des Systems *Köttgen*, welcher seinen Energiebedarf durch eine federnde *Trolley*-Stange der Leitung entnimmt. Es zeigte sich, dass die in dem Schleppseil auftretende starke Zugkraft bei dem erstgenannten System zu Unzuträglichkeiten führte, hauptsächlich darin bestehend, dass Seil und Masten ausserordentlich ungünstig beansprucht waren, während der Schleppwagen von *Köttgen* den zu stellenden Anforderungen gut entsprach, obgleich er ja

den Nachteil besitzt, den freien Verkehr auf dem Leinpfad zu beeinträchtigen, zumal er mindestens einer Fahrschiene bedarf.

Wir erwähnen diese Fahrzeuge, welche ja infolge ihrer speziellen Bestimmung mit unseren Automobilen nur in losem Zusammenhang stehen, aus dem Grund, weil eine neue nunmehr zu besprechende Automobilkonstruktion gewisse Eigentümlichkeiten der beiden genannten Systeme in sich vereinigt: dies ist das Elektromobil mit Kontaktwagen der *Société pour les applications industrielles de l'électricité Lombard-Gerin et Co.* in Lyon.

Es leuchtet ein, dass die gewöhnlichen Kontaktbügel und -stangen der Strassenbahnen für Automobilzwecke nicht brauchbar sind, weil sich das Fahrzeug, insbesondere wenn es gezwungen ist auszuweichen, von der Leitung zu weit seitlich entfernen muss. Weiterhin ist aber auch der Versuch fehlgeschlagen, einen auf den Leitungsdrähten laufenden Kontaktwagen mittels Schleppseils nachzuführen, weil sich hierbei ähnlich wie bei dem Schleppermotor von *Laub* durch den nicht zu vermeidenden seitlichen Zug sehr ungünstige mechanische Beanspruchungen von Leitung und Gestänge ergeben. Die Versuche, diese Nachteile zu vermeiden, führten *Lombard-Gerin* auf den Gedanken[4]), den Kontaktwagen mit eigenem motorischen Antrieb zu versehen, so dass das die Stromzuführung vermittelnde Kabel lediglich diesem Zwecke zu dienen hat, nicht aber grössere Zugkräfte aufzunehmen braucht.

Fig. 109 zeigt, wie dieser Gedanke bereits praktische Verwirklichung und Erprobung gefunden hat, und zwar auf einer zunächst nur 900 m langen Probestrecke am Quai d'Issy-les-Moulineaux vor Paris[5]). Die in der Figur dargestellte Situation führt direkt die Vorteile des Systems vor Augen; sie zeigt, wie das dem vorauseilenden Kontaktwagen folgende Elektromobil hart neben der einen Trottoirkante fährt, um auszuweichen, während die Leitung neben dem gegenüberliegenden Fussteig geführt ist. Am Wagen endigt das Zuführungskabel in einem so weit überragenden Rohrmast, dass der Verkehr durch das übrigens stets genügend gespannte Seil nicht gestört werden kann.

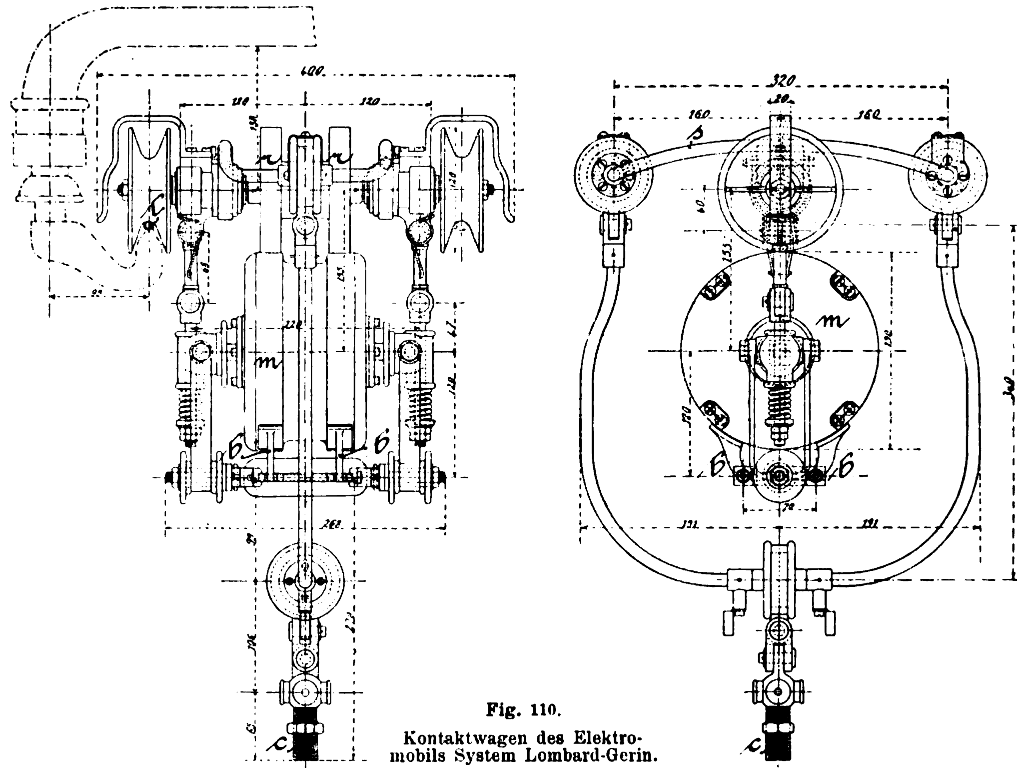


Fig. 110.
Kontaktwagen des Elektromobils System Lombard-Gerin.

[3]) Näheres in dem Aufsatz: „Elektrische Schleppschiffahrtsversuche u. s. w." von *Klingenberg*, *Elektrotechnische Zeitschrift*, 1899 Heft 31.

[4]) D. R. P. Nr. 107 149.

[5]) *Le Génie civil*, 1900 S. 227.

Die Details der Bewegung des Kontaktwagens sind so interessant, dass wir sie etwas näher ins Auge fassen wollen. An der die Laufrollen tragenden Welle (Fig. 110), welche durch die Reibräder *r* ihren Antrieb erhält, ist gleichzeitig der Motor *m* aufgehängt und zwar elastisch gegen seitliche Schwankungen. Der cylindrische, rotierende Teil des Motormantels bildet gleichzeitig das zweite Reibräderpaar, welches durch kräftige Spiralfedern gegen die Räder *r* angedrückt wird, andererseits durch eine elektromagnetische Bremse *b* rasch zum Stillstand gebracht werden kann. Das Leitungskabel ist mit seinem Ende bei *c* festgeklemmt und dort universalgelenkartig an den Tragbügelhälften *s* aufgehängt, die — voneinander isoliert und je mit einer Laufrolle in Verbindung — den Strom nach zwei über der Klemme sichtbaren Kabelschuhen hinleiten, an welche die beiden durch die Augen der Klemme herausgeführten Zuleitungen angeschlossen sind.

Um nun diesen kleinen zweiräderigen Motorwagen in der gewünschten Bewegung zu erhalten, muss seinem Motor Strom zugeführt werden und zwar in solchem Verhältnis, dass die Geschwindigkeiten der beiden Fahrzeuge stets einander entsprechen. Diese Aufgabe ist in eleganter Weise dadurch gelöst, dass man als Kontaktwagenmotor einen Drehstrommotor wählte, während der Automobilgleichstrommotor gleichzeitig als Dreiphasengenerator wirkt; so bleibt die Periodenzahl des Wechselstroms der Tourenzahl des Automobilmotors, andererseits auch die Tourenzahl des Kontaktwagenmotors jener Periodenzahl proportional, und die Folge ist Synchronismus zwischen den beiden Bewegungen. Der Drehstrom wird dem rotierenden Gleichstromanker mittels dreier Schleifringe entnommen, die in bekannter Weise mit drei unter 120° (beim zweipoligen Motor) versetzt liegenden Stellen der Wickelung verbunden sind; der Drehstrommotor besitzt innenliegenden, festen Induktor und einen mittels Kugellager um Welle und Induktor rotierenden Käfigwickelung tragenden Kurzschlussanker. Drei gleichfalls in dem biegsamen Kabel untergebrachte Leitungen führen den Drehstrom zu, eine sechste Leitung bedient die elektromagnetische Bremse.

Wie bereits in der Einleitung hervorgehoben, kann und soll die vorliegende, jedenfalls noch entwickelungsfähige Konstruktion keineswegs die Akkumulatorwagen ersetzen, denn sie ist von der Leitung abhängig, also für Touristenzwecke z. B. schon völlig ungeeignet. Dagegen kann sie als Ersatz der Strassenbahnen, deren Herstellung sich wegen der teuren Geleisanlage häufig nicht rentieren wird, recht gute Dienste leisten, also in Fällen, wo regelmässige Verbindungen z. B. nach entfernteren Vororten oder von Stadt zu Stadt wünschenswert sind. Die Schwierigkeiten bei der Begegnung zweier Elektromobilen können am einfachsten wohl durch Austausch der Kontaktwagen samt Zuleitung beseitigt werden, in bestimmten Fällen auch durch Verteilung der Wagen auf bestimmte Wegstrecken oder durch zwei getrennte Leitungsanlagen auf beiden Strassenseiten bei regem Verkehr.

Es ist im Interesse einer stetigen Verbesserung unserer Verkehrsverhältnisse zu hoffen, dass auch dieses Automobilsystem sich neben seinen beiden wichtigeren Konkurrenten ein gesichertes Wirkungsgebiet erobere; andererseits wird sich der zur Zeit eifrig im Gang befindliche Wettbewerb zwischen Akkumulator- und Benzinmotorwagen voraussichtlich dahin entscheiden, dass der erstgenannte mit seinem Vorzug geringster Belästigung des Publikums das Weichbild der Städte für sich behauptet, wo genügende Gelegenheit zum Aufladen der Batterie gegeben ist, während der Benzinwagen, leichter an Gewicht, weniger empfindlich gegen schlechte Wege und viel bequemer mit Energie zu versorgen, den Fernverkehr vermitteln und die Landstrassen beleben wird.

(Schluss folgt.)

Luftbewegungsbilder.

Von **Karl Steffen** in Röhrsdorf, Deutschböhmen.

Man hat sich bisher die Reaktion des Flugmittels gegen den Flügel als eine Art Materialwiderstandserscheinung erklärt, ähnlich wie wir solche bei der gegenseitigen Durchdringung fester oder auch bildsamer und flüssiger Körper wahrnehmen, und hat mit Rücksicht auf die hierbei auftretende Arbeit zur Ueberwindung dieser Reaktion die Folgerung gemacht, dass alles darauf ankomme, leistungsfähige Motoren zu finden mit sehr geringem Gewichte.

Oberingenieur *v. Lössl* hat ferner die stattfindenden Vorgänge in der Luft in einer Weise erklärt, welche geeignet sein soll, die Ueberwindung der Reaktion zu erleichtern; er meinte, förmliche Luftkörper vor der bewegten Fläche dienten dazu, die Durchdringung zu erleichtern, ähnlich wie beim Einrammen stumpfer Piloten in lehmigem Erdreich eine künstliche Spitze aus Thonerde sich vor dem stumpfen Ende der Pilote bilden soll, die das Eindringen der Pilote erleichtert.

Das war der *Lössl*'sche Grundgedanke, der allerdings mancherlei Wandelungen seither durchgemacht, im Grunde aber gerade dadurch an Klarheit eingebüsst hat, ohne eine neue Auffassungsweise zu begründen.

In neuerer Zeit hat man aber merkwürdigerweise sich in einen totalen Widerspruch mit dieser Auffassung *Lössl*'s gesetzt.

Musste man sich früher sagen, wenn die Durchdringungsarbeit [1]) möglichst klein ausfallen soll, müsse eine geringe Reaktion der Luft gewünscht werden, so sagt man sich heute, die Reaktion könne nicht gross genug sein, um selbst schwere Motoren zu ihrer Bewältigung mitnehmen zu können.

Man scheint übrigens den Ruhepunkt zwischen diesen entgegengesetzten Vorstellungen nicht finden zu können; letztere Richtung hat aber insofern ein sehr vernünftiges Streben der Flugforschung geweckt, als man mittelbar durch sie auf den Gedanken kam, die Luft müsse *selbst* ein kinetisches Vermögen besitzen, um *ihre* augenscheinlichen Flugleistungen erklären zu können.

So entstand *Emil Jakob*'s Theorie vom *elastischen* Widerstand.

In dieser Theorie ist die Spekulation, d. h. die Absicht, etwas Gewisses finden zu wollen, unverkennbar.

Weniger beabsichtigt, mehr aus einer intuitiven Eingebung und, wie ich überzeugt bin, aus einem richtigen Schluss entstammt meine Spannungstheorie des Flugmittels, worin ich mich von jedem flugfördernden Widerstande lossage, dagegen unter Umständen den flughemmenden Widerstand toter beharrender Luftmassen gelten lasse.

Mit dieser Auffassungsweise gewinnt die Fluganschauung ein total verändertes Aussehen.

Gelingt es uns nämlich nachzuweisen, dass das Flugmittel, die Luft, selbst die Energieform ist, welche die Bewegung des Vogels unterhält, und dass das Flügelsystem die maschinelle Form ist, in welcher diese Energieform, ähnlich wie der Dampf in der Dampfmaschine, die rationelle und zweckentsprechende Umwandelung in Flugbewegung erfährt, dann ist der *persönliche Kunstflug* trotz aller scheinbaren Misserfolge möglich, und nur infolge einer fehlerhaften praktischen Anlage der Versuche und Einrichtung der Flugmaschine bisher nicht durchgedrungen.

Es gilt vorerst, zu erweisen, dass der schlagende Vogelflügel der rationellste Flugmotor ist, den es jemals geben wird.

Das wesentlichste der Vogelflügeleinrichtung ist die klappen- oder fahnenförmige Elementarform im ganzen, wie seiner Teile der Federn. Es wurde daher diese Flächenform von mir eingehend und unzähligemal in Bezug auf ihr Wirken im lufterfüllten Raum untersucht und zwar anfänglich eine künstliche Feder von symmetrischer Form.

Ein 3 m langer, konischer und sehr elastischer Eschenholzstab wurde mit Bandfederstücken (Blanchets) an mehreren Stellen der Quere nach durchsetzt, und über dieses Gerippe ein leichter Stoff gespannt.

Die Breite der Fläche war 20 bis 30 cm. Die Länge variierte zwischen 1 bis 3 m. Am stärkeren Ende wurde der Stab erfasst und so die Luft in allen möglichen Richtungen und Geschwindigkeiten bearbeitet.

[1]) Der Grundgedanke war ja, Faktoren zu finden, welche die Arbeit vermindern.

Um die stattfindenden Luftreaktionen sichtbar zu machen, wurden dichte Rauchwolken in der Umgebung der Fläche aufgelassen. Das war eine höchst primitive Einrichtung, aber sie erfüllte den Zweck.

Man ist vor allem von der Anschauung der Widerstandstheoretiker beherrscht, wonach ein Verdrängen der Luftmassen stattfände, und ist überrascht, dass schon bei den ersten Schlägen die Luft nicht das erwartete Bild bietet, sondern im Gegenteil ein Zuströmen der Luft gegen die Fläche, und zwar von allen Seiten, insbesondere aber quer zur Schlagrichtung gegen die der ganz ausserhalb des eigentlichen Wirkungsbereiches der Fläche herumlagernden Luftmassen handle.

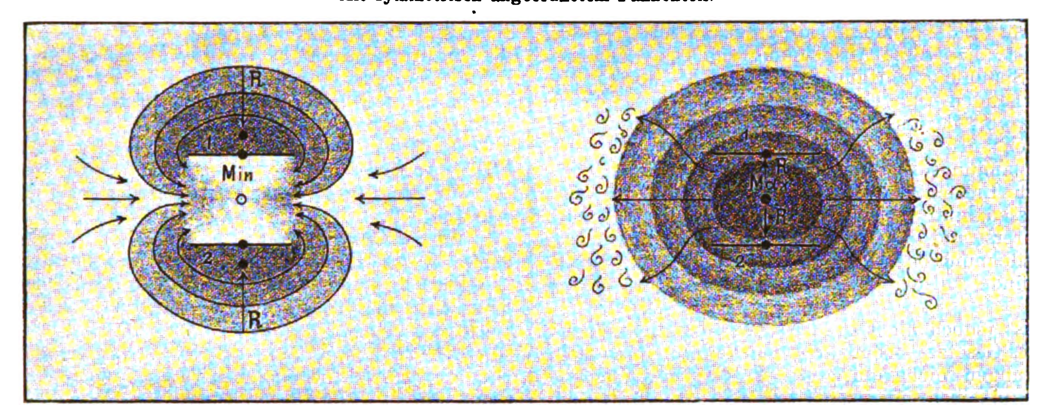
Zu diesem Ende musste auf ein in den Luftmassen enthaltenes Repulsivvermögen geschlossen werden und dieses konnte nur die allgemein bekannte Eigenschaft der Luft, „die Elastizität" sein.

Halten wir uns vor Augen, wie sich unelastische, feste oder bildsame Masse verhalten würde, wenn sie in ihrem Inneren bearbeitet wird, so gewinnen wir einen vergleichenden Massstab der Bedeutung der Elastizität.

Luftbewegungsbilder schwingender Flächen.

Die Abtönungen zeigen das Mass der Verdichtung der Luft.

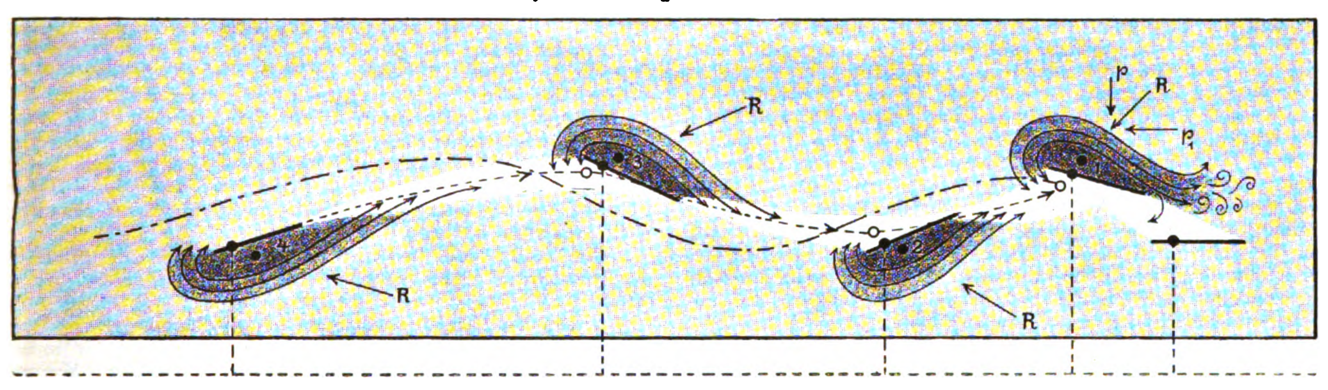
Mit symmetrisch angeordnetem Fahnenteil.



a) bei langsamem Schwingen. b) bei raschem Schwingen.

Fig. 1

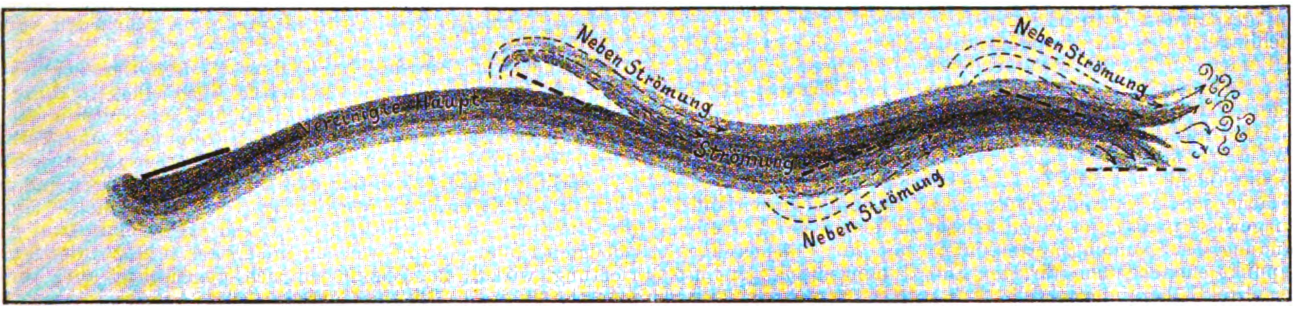
Mit unsymmetrisch angeordnetem Fahnenteil.



a) bei langsamem Schwingen.

Fig. 2.

Luftwellen, entstanden aus vier rasch erfolgten Schwingungen.



b) bei raschem Schwingen.

Fig. 3.

Mitte des von der Fläche bestrichenen Raumes wahrzunehmen (Fig. 1a).

Im zweiten Stadium erst bemerken wir, dass die auf solche Weise im Schwingungsraume zusammengeströmte Luft rückwirkend verdrängt wird, und zwar in viel unregelmässiger, man möchte sagen gewaltsamer Weise, als vordem die Zuströmung stattfand (Fig. 1b).

Diese Wahrnehmung und insbesondere der Umstand, dass ein Zuströmen von Luft von aussen gegen das innere des direkten Wirkungsbereiches der Fläche, statt wie erwartet, umgekehrt stattfand, liess mich den Schluss machen, dass es sich bei dieser Erscheinung nicht allein um die impulsiven Wirkungen der Fläche allein, sondern dass es sich auch um repulsive Wirkungen

Feste Massenteilchen werden, wenn sie im Inneren aus ihrer Lage gebracht werden, in der neuen Lage verharren, es würde eine Aushöhlung von der Grösse des Wirkungsbereiches eines im Inneren der Masse arbeitenden Gegenstandes entstehen.

Bildsame Masse würde diese Aushöhlung je nach dem Grade der Bildsamkeit rascher oder träger ausfüllen; flüssige Massen werden sich ähnlich wie bildsame Masse verhalten.

Nirgends finden wir aber ein so intensives Raumerfüllungsvermögen, als bei den dehnsamen Luftmassen.

Nachdem sich die in die Höhle eingedrungenen Massen dem arbeitenden Gegenstande in solcher Weise immer wieder in den Weg legen, wenn dieser Weg von dem Gegenstande frei gemacht wird, so ist ganz leicht einzusehen, dass immer wieder neue

vorliegende Arbeitsmassen auch neue Arbeit verursachen bezw. *elastische Massen ihr elastisches Repulsivvermögen mitarbeitend auf den arbeitenden Gegenstand übertragen.*

Diese sich selbstthätig vorlegenden Massen wirken dann gerade so wie irgend eine andere *öfter erneuerte* Bewegungsursache, arbeitend, bewegend oder kinetisch, wie man zu sagen pflegt.

So wäre es also möglich, die Luft nicht nur hemmend, sondern bewegend zu denken.

Erklären wir uns diese Thatsache am Versuchsobjekte, so sehen wir, dass die Luft durch die schlagenden Flächenbewegungen abwechselnd vor der Fläche komprimiert und vermöge der Elastizität auch gespannt wird, hinter der Fläche ausgedehnt und entspannt wird.

Ohne weiteres ist klar, dass die umliegenden normal gespannten Luftmassen das Bestreben haben werden, sich um so rascher gegen den entstandenen Entspannungsraum (Minimum) auszudehnen, je grösser die Spannungsdifferenz zwischen beiden Orten ist; Regel ist, dass diese Ausdehnung von Orten höherer zu Orten niederer Spannung stattfindet, so lange als noch Spannungsdifferenz vorhanden ist. Es liegt also ein Ausgleich von Spannungsdifferenz vor, darum nennen wir diesen Vorgang kurz „Spannungsausgleich".

Die grösste Spannungsdifferenz ist aber offenbar zwischen den komprimierten Luftmassen vor der Fläche und den ausgedehnten Luftmassen hinter der Fläche vorhanden, und darum sehen wir, dass vorerst und ganz im Sinne der eben entwickelten Erklärung eine Ausdehnung oder ein Spannungsausgleich zwischen diesen Orten stattfindet, also um die Ränder der Fläche herum (Fig. 1a).

Ein Umstand ist jedoch nicht zu übersehen, der anscheinend die Gültigkeit dieses Gesetzes beeinträchtigen könnte, wenn man bei den Beobachtungen nicht ein gewisses Mass der Flächenbewegungsgrösse und einen gewissen Grenzwert des elastischen Vermögens der Luft in Anschlag bringt.

Es ist klar, dass ein gewisses Quantum komprimierter Luft (vor der Fläche) nur bis zu einer gewissen Spannungsgrenze komprimiert werden kann, und dass diese Grenze von der Zeitdauer und der Bewegungsgrösse der Fläche bedingt wird.

Ueber das bestimmte Mass dieser letzteren hinaus wird eine Fläche von bestimmter Ausdehnung nicht mehr komprimierend wirken, sondern bloss stationäre Massen vor sich hertreiben.

In diesem Falle hört der Ausgleich um die Flächenränder herum auf und die von *rückwärts nachströmenden Luftmassen* werden in Trichterform in das Vacuum hinter der Fläche hineinstürzen. Die Spitze dieses trichterförmigen Wirbels liegt zunächst der Fläche, die Achse liegt in der Bewegungsrichtung.

Eine ähnliche Unterbindung des Spannungsausgleiches tritt durch das Schwingen der Fläche an einem und demselben Ort oder in einer und derselben Luftmasse ein, dann, wenn die Zeitdauer von einer Schwingung bis zur nächsten zu kurz ist, um den Spannungsausgleich vollziehen zu lassen.

Ein Teil der nicht zum Ausgleich kommenden Luftmassen wird dann stationär und schwingt mit der Fläche an den Aussenseiten des Schwingungsraumes.

In das zwischen den zwei aufeinander liegenden Schwingungslagen der Fläche, also im Inneren des Schwingungsraumes unausgeglichene Minimum dringen dann, wie früher erwähnt, die seitlichen ausserhalb des Wirkungsbereiches der Fläche gelegenen normal gespannten Luftmassen ein.

Schliesslich ist das Minimum ausgeglichen und es herrscht überall nach aussen zu verlaufende Höchstspannung; der Ausgleich kehrt sich um und zwar von innen nach aussen; die Repulsion wirkt also umgekehrt, d. h. es nehmen die äusseren Luftpartien nicht mehr verstärkend teil (Fig. 1b).

Während dieser Vorgänge wird die elastische Repulsion gegen die Fläche sehr wohl erklärlich, wenn man bedenkt, dass die Fläche jedem Spannungsausgleiche um die Flächenränder herum gewissermassen im Wege steht, und den in der kürzesten Verbindung des Spannungsmittelpunktes mit dem Entspannungsmittelpunkt entstehenden stärksten Entspannungsdruck der Luftmassen direkt übernimmt (Pfeile *R*).

Die Richtung des Repulsionsdruckes ist bei Fig. 1a von aussen nach innen, wenn man mit „innen" den von der Fläche bestrichenen Schwingungsraum bezeichnet; bei Fig. 1b hat sich der Repulsionsdruck von innen nach aussen zu gekehrt.

Weil nun in letzterem Fall keine Höherspannung von aussen nach innen mehr erfolgt, bezeichnet dieses Stadium eine Stabilisierung der Spannung.

Wollten wir die praktische Nutzanwendung dieser schwachen Repulsionsdrücke ohne weiteres schon vorschlagen, so schiene dieses Bemühen nicht recht verständlich, ja ganz aussichtslos.

Die Drücke heben sich, entsprechend den wechselnden Schlagrichtungen gegenseitig auf; auch ist auf den ersten Blick nicht einzusehen, auf welche Weise eine wechselnde und einseitig treibende Druckverstärkung (Generation) durch stete Erneuerung der stabilisierten Spannung möglich wäre.

Mit einem Worte, der eigentliche Flugprozess wird erst klar, wenn man folgende Ueberlegung macht:

Soll die Repulsion in der Flugrichtung dauernd wachsen, dann muss der ganze Spannungs- und Ausgleichsprozess vorzüglich in dieser Richtung wirksam werden; d. h. die seitlichen Spannungsdifferenzen müssen fortdauernd und gleichlaufend mit den Schwingungen der Fläche erneuert werden.

Es muss also in der Flugrichtung eine Art regelmässiger Ventilation oder Durchführung der Luftmassen vor sich gehen, und bei diesem Durchgehen quer durch den Schwingungsraum entnimmt die Fläche jedesmal eine Portion Spannungsdruck und sammelt diesen in Flächenvertrieb an.

Die früher seitlich zusammenströmenden Luftmassen müssen an diesem Zusammenströmen gehindert werden, damit sich keine stationäre Masse ansammeln und keine Stabilisierung der Spannung stattfinden kann.

Dieses alles zeigt aber in einfachster und überraschendster Einfachheit die Elementarflügelform, nämlich die Fläche mit unsymmetrisch gelagerter Längsachse, oder die bekannte Schwungfederform, nach deren Vorbild übrigens der ganze Flügel wie jedes Flugorgan (Insektenflügel u. s. w.) gebildet ist.

Meine weiteren Versuche wurden daher mit entsprechend umgearbeiteten Flächen fortgesetzt.

Der Eschenstab wurde mehr an den einen Längsrand der Fläche angerückt.

Die Resultate waren so befriedigend, dass jeder Zweifel schwand.

Wir wollen übrigens in Kürze die Abwickelung der Vorgänge an der Hand einer kleinen Skizze schildern und begründen.

Fig. 2 stellt eine sogen. Spannungsgeneratorfläche oder Spannungsausgleich-Sperrklappe in vier aufeinander folgenden Schwingungslagen dar.

Die dunklen Punkte zeigen den Spannungsmittelpunkt des Maximums. Die Ringelchen zeigen den Entspannungsmittelpunkt an.

Die Pfeile zeigen die Repulsionsdruckrichtungen (Maximum bis Minimum). Die mit Pfeilrichtung versehenen Bogenlinien zeigen die Strömungen an, wie sie durch das Experiment festgestellt wurden.

Die Funktion der Klappe ist bei jeder Schwingung folgende: Die Druckrichtung der gespannten Luftmassen erzeugt ein Drehmoment der breiteren Fahne um den Kiel (Eschenholzstab) der Fläche, weil der Druckmittelpunkt hinter dem Kiel liegt.

Diesem drehenden Druck weicht die elastische Fahne (Fig. 1) im entgegengesetzten Sinne wie die Schlagrichtung; suchen nun die gespannten Luftmassen des Maximums sich um den hinteren Rand der Fläche herum auszugleichen, so verhindert dies die sich aufdrehende Fahne, und die Luftmassen müssen gezwungen nach rückwärts weichen.

Der Vorderrand, welcher im entgegengesetzten Sinne wie der Hinterrand dreht, sperrt teilweise den Ausgleich um sich selbst.

Diesen Vorgängen entspricht eine Verlagerung des Druckmittelpunktes im Sinne der rückwärts ausgeworfenen Luftmassen.

Gerade der entgegengesetzte Vorgang muss im Minimum stattfinden, weil die hintere gegen das Minimum aufdrehende Fahne das Minimum verengt, wogegen die vordere schmale Fahne das Minimum erweitert; also genau umgekehrt findet die Verengung und Erweiterung im Maximum statt; diesem entgegengesetzten Vorgange entspricht ein entgegengesetztes Verlagern des Entspannungsmittelpunktes, also im Sinne gegen den Vorderrand der Fläche.

Früher schon wurde gesagt, dass die Resultierende des Repulsionsdruckes stets in der kürzesten Verbindungsrichtung der Mittelpunkte von Maximum und Minimum liegt, mithin hat die entgegengesetzte Verlagerung dieser Mittelpunkte eine Drehung oder besser eine Brechung dieser Repulsionsrichtung verursacht.

Zerfällt man die Resultierende R in den Richtungen und zwar normal zur Normallage der Fläche (vor der Drehung) und in der Richtung der Fläche (Horizont), so erhält man zwei Komponenten p und p_1, von welchen die erstere entgegen der Schlagrichtung wirkt, d. h. sie heben sich gegenseitig auf, vorausgesetzt, dass die Schwingungszeiten des Auf- und Abschlages gleich sind, was besonders bemerkt wirkt, und letztere Komponente p_1 treibt die Fläche seitlich ab, weil sie bei jedem Schlage gleich gerichtet wirkt, somit sich in dieser Richtung fortdauernd summieren.

Es erübrigt noch, etwas über den Charakter dieser eigentümlichen Luftreaktionen zu sagen: ich möchte nur bemerken, dass hervorragende Flugtechniker, wie *Lilienthal*, mit der Behandlung dieser eigentümlichen Erscheinungen beim flügelschlagartigen Schwingen von Flächen oder auch nur beim schrägen Streichen der Luft (d. i. eine halbe Schwingung) nach den Regeln des Luftwiderstandsgesetzes zu keinem richtigen Resultate gelangen konnten.

Heinze erwähnt in seinem letzten Aufsatze (*D. p. J.* 1899 **314** 14) die *Langley*'schen Versuche mit schräg fallenden Flächen, welche eine so auffallende Sinkverminderung zeigen, dass diese nicht mehr mit den vorhandenen Mitteln erklärt werden können.

Lilienthal stellt in seinem Werke: „Der Vogelflug" die Be-

hauptung auf, dass schlagartig bewegte Flächen den 9- bis 25fachen Widerstand geradlinig und gleichmässig bewegter Flächen empfangen; der Flügelschlag bei fortschreitender Bewegung des Vogels ist aber nichts anderes, als ein abwechselnd schräges Streichen der Luft.

Lilienthal führte diese Thatsache auf die angeblich bessere Ausnutzung der Trägheit der Luft zurück, und empfahl diesen Vorteil als besonders wichtig für die Wahl des richtigen Flugsystems.

Lössl fand dasselbe, und sah sich gezwungen, zur theoretischen Erklärung dieser Erscheinung eine durch das Fortschreiten der Fläche ideale Flächenverbreiterung (?) anzunehmen.

Heinz sucht die Erklärung des Phänomens in der Reaktivkraft, eine Kraft, die von Masse und Geschwindigkeit der Fläche gerade so abhängig bleibt, wie der Widerstand der Luft seinerseits.

Nun ist oder kann die Masse und die Geschwindigkeit der Fläche so klein als möglich genommen werden beim praktischen Versuch, und trotzdem ist die Erscheinung um so auffälliger wahrzunehmen; ich komme übrigens auf die *Heinz*'sche Reaktivkraft, die nichts anderes sein soll, als eine ins Positive übersetzte Negativkraft, die eigentlich richtig weder Aktion noch Reaktion sein kann, sondern richtig mit dem Namen „Passion“ bezeichnet werden sollte.

Das Wesen dieser Erscheinung kann nur in dem eigentümlichen Verhalten und Wirken des Flugmittels gefunden werden, und ich setze zur Erklärung dieses Wesens noch einmal die drei Grundgesetze der Luftspannung voran.

1. Jede flugfördernde Reaktion des Flugmittels beruht im Wesen auf Veränderung des elastischen Zustandes der Luft in der Weise, dass ein differentes Spannungsgleichgewicht geschaffen wird, welches nach einem Ausgleiche strebt.

2. Jeder Ausgleich erfolgt von Orten höherer Spannung zu Orten tiefer Spannung (d. i. unter normal); eine Verhinderung dieses Ausgleiches durch eine in der Ausgleichsrichtung liegende Fläche verursacht einen Entspannungsdruck oder eine elastische Repulsion gegen die Fläche, die am grössten ist in der kürzesten Verbindung des Spannungs- mit dem Entspannungsmittelpunkte.

3. Je länger der Ausgleich hinausgezogen oder verhindert wird durch geschickte Ableitung der gespannten Ausgleichsmassen vom Entspannungsraum, desto länger und daher desto stärker sind die Repulsionen: umgekehrt sind aber auch nur so lange Repulsionen möglich, so lange noch Spannungsdifferenzen vorhanden. d. h. so lange der Ausgleich nicht vollzogen ist.

Endlich wäre noch eine Folgerung, welche sich direkt aus diesen drei Grundgesetzen ergibt, ein für allemal festzuhalten, weil gerade diese Folgerungen charakteristisch sind für den physikalischen Vorgang als solchen.

Die Wirkungen der Repulsionen können nur stossartig, d. h. abgesetzt und wiederkehrend, nie aber von unbeschränkter Dauer sein, weil

1. wie schon früher gesagt, ein gewisses, von der Fläche noch erfasstes Luftquantum nicht unbeschränkt gespannt werden kann;

2. eine Entspannung nur so lange möglich ist, selbst bei vollkommenster Verlängerung des Ausgleiches, als noch Spannungsdifferenz vorhanden ist.

Diese wesentliche Eigenschaft der Luftreaktion ist eben der Grund, aus welchem das Wechseln der Flügelaktionen in entgegengesetzten Richtungen oder das Hin- und Herschlagen und Aufsuchen neuer noch ungespannter Luftmassen zu jeder rationellen und erfolgreich sein sollenden Flügelaktion notwendig ist.

Hält man sich diese Grundgesetze vor Augen und betrachtet man die Vorgänge nach Fig. 2, so sieht man, dass die Fläche in Fig. 2 durch das gleichzeitige Abtreiben der Fläche nach der Seite und durch die Drehung um die Achse ein Minimum von zunehmender Längenerstreckung *hinter* sich frei machte, in welches die vor der Fläche gestauten und gespannten Luftmassen einstürzen.

Der Spannungsausgleich von Fig. 1a hat sich also in Fig. 2a auf den 2-, 3-, 4-, 5fachen längeren Weg von Schwingungslage *1* zu *2*, *3* u. s. w. verteilt, und da während dem Abtreiben der Fläche auf dem ganzen Wege neue Luftmassen gespannt wurden, so ergibt sich daraus die gleiche mittlere Spannungsdifferenz von früher, welche den 2-, 3-, 4-, 5fachen Weg gewirkt hat.

Man kann also sagen, dass die erhöhte Dauer einer und derselben Wirkung durch das geschickte erzwungene Vorhalten der ursprünglich vorhandenen Spannungsdifferenz erreicht wurde.

Der Druck wächst also in demselben Grade als die Weglänge, um welche die Fläche wieder durch den Seitendruck selbst (also ohne Arbeit des Fliegers) [2]) abgetrieben wird.

Also Druck verstärkt den Druck, das ergibt ein beschleunigtes Wachstum, Generation, dessen Grenze nur dadurch bestimmt ist, dass mit der zunehmenden Verlängerung der Entspannungsräume und der zunehmenden Fliehbeschleunigung der Fläche bei gleichbleibender Ausschlagweite eine Verflachung und damit ein Schwinden des Entspannungsraumes in der Schlagrichtung vor sich geht.

Die Fläche muss dann wieder durch eine Verzögerung der Fliehbeschleunigung ein relatives Verbreitern des Entspannungsraumes einleiten, damit der Spannungsgenerationsprozess von vorn beginnen kann.

Fig. 3b zeigt endlich eine analoge Erscheinung wie Fig. 1b, die aber vorläufig noch nicht ganz sicher experimentell festgestellt werden konnte, aber wahrscheinlich bei sehr raschem Schwingen auftritt.

Ich vermute, dass durch das rapide Auswerfen der gespannten Luftmassen ein Ueberfliessen und Zusammenfliessen mehrerer hintereinander folgender Strömungen stattfindet, wenn die Zeit zum vollkommenen Ausgleiche wie bei Fig. 1b nicht abgewartet wird.

Meine diesbezüglichen Versuche werden nicht mehr mit Rauch vorgenommen, sondern mit langen Seidenfaden, die vermöge ihrer grossen Leichtigkeit schwebend, hinter der Fläche verlaufende Wellenschwingungen anzeigen.

Es sei nur kurz noch eine Messung der Zugkraft einer soeben beschriebenen Spannungsgeneratorfläche erwähnt.

Die Klappe wurde mittels eines Drahtzuges, dessen festes Ende mit einer Federwage verbunden war, am Abtreiben gehindert, und wurde die Kraft, welche diese Bremsung beanspruchte, durchschnittlich 4 bis 6 kg, je nach der Grösse des Ausschlages, gemessen; das war also eine Fläche von beiläufig 40 bis 60 qcm Flächeninhalt.

Ich bin aber der Ueberzeugung, dass eine Fläche, welche einem wirklichen Abtreiben überlassen, und dann plötzlich gebremst wird, wie schon gesagt, ein Vielfaches im Verhältnisse des beschleunigten Abtriebweges ergeben muss; solche Messungen sind aber am besten gleich mit richtigen Flugapparaten, deren Konstruktion ich in dem Heftchen „Die Windflugmaschine“ vorgezeichnet, vorzunehmen.

An der Ausführung hinderten mich bisher pekuniäre Verhältnisse; ich bin aber überzeugt, dass ich diese mit der Zeit, vielleicht durch Mithilfe bemittelter Personen, überwinden werde, sobald es mir gelungen sein wird, die durch zahlreiche Versuche gewonnene Vorstellung auch in anderen Köpfen zu erwecken. Möge diese Abhandlung dazu beitragen.

[2]) Es wird ausdrücklich bemerkt, dass der Arbeitsweg der Hand z. B. derselbe bleibt, wie in Fig. 1; dem Seitendruck hat die Hand keinen Gegendruck zu leisten, weil ja das Fliegen darin besteht, dass die Fläche vor dem Seitendrucke flieht, d. h. sich ihm unthätig überlässt. Man sieht, wie fein das Sprachgefühl des Volkes ist, dass es einen mechanischen Vorgang so treffend bezeichnet, ohne den Vorgang selbst erklären zu können.

Kleinere Mitteilungen.

Schadt's Riemenaufleger.

Die Konstruktion sowohl, wie auch die Montierung dieses Riemenauflegers ist, wie das Nachstehende zeigt, eine sehr einfache. Der Aufleger ist mit seinen zwei Hälften an die Transmission gelegt und zusammengeschraubt. Der Aufleger kann auch ohne Schutzhülse verwandt werden. In diesem Falle wird er direkt auf die Welle montiert. Die Metallbüchse ruht dann auf der Welle. Zusammengehalten wird der Aufleger mittels starker, durch seine Speichen hindurch gehender Schrauben.

Fig. 1 lässt das Innere, vorzugsweise die Lagerung, auf welcher der Aufleger und die Schutzhülse ruhen, deutlich erkennen. Dadurch, dass der Aufleger mit der auf S. 195 d. Bd. beschriebenen Transmissionsschutz- und -deckhülse zusammen montiert ist, entsteht eine doppelte Lagerung, jedoch mit so geringen Reibungsflächen, dass die Transmissionswelle nicht im stande ist, den Aufleger, sobald derselbe belastet ist, durch ihre Umdrehung mit herumzuschleudern, wie dies bei den gewöhnlichen Leerscheiben der Fall ist. Sobald der Riemen z. B. auf den Aufleger gebracht ist, bleibt der Aufleger in Verbindung



mit der Schutz- und Deckhülse sofort stehen. Dieser Stillstand ist ebenso leicht zu bewirken, wenn man die Transmissionsschutz- und -deckhülse mit der Hand nur berührt.

Fig. 2. Entgegengesetzt dem seitherigen Auflegemodus, wobei der Riemen von der schnell rotierenden Leerscheibe mit einem Rucke auf die in Ruhe befindliche Vollscheibe der Arbeitsmaschine gebracht werden musste, wird er mit diesem Aufleger durch den Schneckengang spielend und leicht auf die rotierende Vollscheibe geleitet. Es ist nämlich bei dieser Anordnung das Verhältnis ein umgekehrtes wie seither. Auf der Haupttransmission befindet sich die Antriebsscheibe und daneben der Aufleger als Ersatz für die Leerscheibe, die Arbeitsmaschine hat dagegen nur Vollscheibe. Sonst war an der Arbeitsmaschine in der Regel Voll- und Leerscheibe und auf der Transmission die Antriebsscheibe. Dadurch kam es auch vor, dass bei etwaigem Festbrennen der Leerscheibe die Arbeitsmaschine in Umlauf gesetzt wurde und der daran beschäftigte Arbeiter in Gefahr kam. Bei der beschriebenen Anordnung steht der Riemen still, sobald er ausgerückt ist, und es kann ein unfreiwilliges Anlaufen der Maschine nicht vorkommen. Nebenbei bemerkt, wird durch das Stillstehen auch das Riemenmaterial sehr geschont.

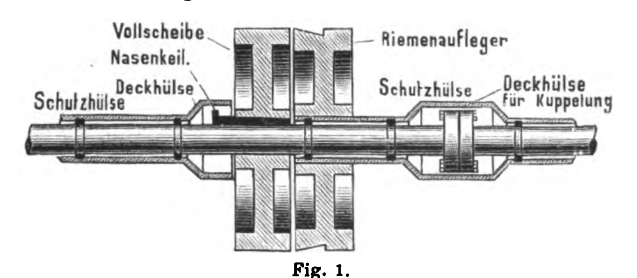


Fig. 1.

Durch das oben angeführte umgekehrte Verhältnis fallen die kleinen an Arbeitsmaschinen befindlichen Leerscheiben vollständig weg. Dieselben sind bekanntlich dem Verschleiss sehr ausgesetzt. Alle Augenblicke müssen diese kleinen Leerscheiben neu ausgegossen werden. Dieser Aufleger, als Ersatz der Leerscheibe, dagegen in der Grösse der Antriebsscheibe gehalten, rotiert infolge seines grösseren Durchmessers weit langsamer und auch die verhältnismässig schmale Lagerung ist keinem so raschen Verschleiss unterworfen.

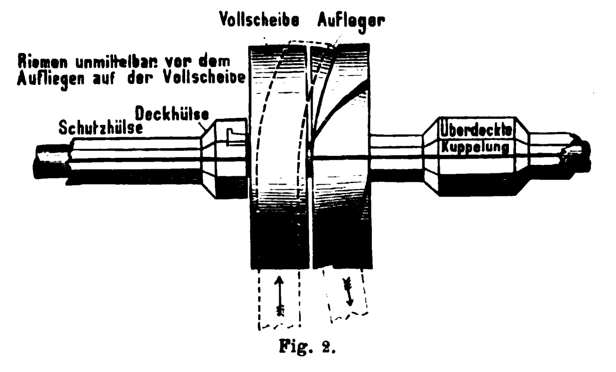


Fig. 2.

Fig. 3. Der auf der Transmission bezw. auf der Schutz- und Deckhülse ruhende Riemen wird mit der grössten Sicherheit aufgelegt, indem er einfach an den Eingang des einen der beiden Schneckengänge des stillstehenden Riemenauflegers gehalten wird und eine kleine Drehung des Auflegers mit der Hand in der Drehrichtung der Transmission genügt, um den Riemen durch den Schneckengang selbstthätig auf den Aufleger zu bringen, welcher dann durch die Belastung des Riemens auch ferner in Ruhe gehalten wird, bis durch eine weitere kleine Drehung derselbe durch den nach der Vollscheibe führenden Schneckengang auf die Vollscheibe selbstthätig hinübergleitet. Es kann also jeder Riemen zu jeder Zeit auch während des Betriebes, ohne Stillstehen der Transmission spielend und vollständig gefahrlos aufgelegt werden.

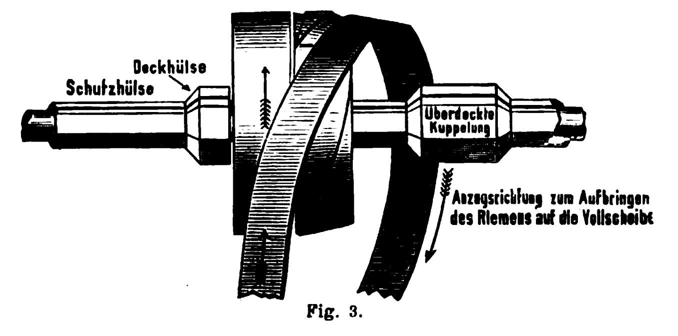


Fig. 3.

Die äussere Seite dieses Riemenauflegers ist vollständig glatt verschalt, so dass es durchaus unmöglich ist, mit der Hand oder mit einer Stange in die Speichen der Scheiben zu gelangen, wodurch seither hauptsächlich durch die bekannten Riemenauflegestangen so grosses Unheil angerichtet wurde. Auch sind die bis jetzt gebräuchlichen Aufhängeeisen für Riemen vollständig überflüssig, weil der Riemen unter allen Umständen, sobald er auf den Riemenaufleger oder auch auf die Transmissionsschutz- und -deckhülse (Fig. 4, vgl. auch S. 195 d. Bd.) kommt, stille steht, da eben eine Berührung des Riemens mit der rotierenden Welle vollständig ausgeschlossen ist.

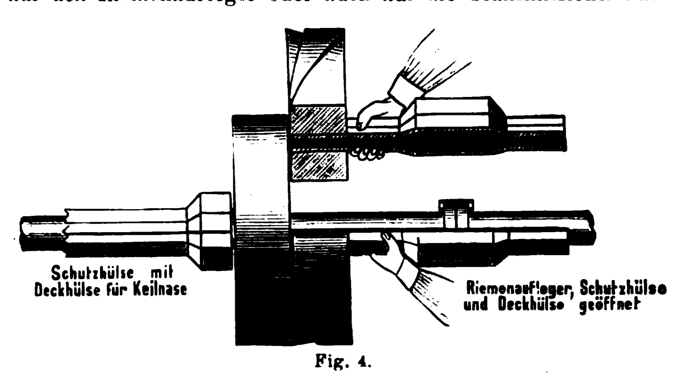


Fig. 4.

Ist der Riemenaufleger ohne die Schutz- und Deckhülse montiert, so bleibt die Wirkungsweise die gleiche, nur sind in diesem Falle Metallbüchsen an dem Riemenaufleger angebracht, dieselben können auch mit Selbstöler angefertigt werden, und man hat mit dieser Einrichtung eine dauerhafte Leerscheibe, die alle Vorteile bietet, welche man an einen sicheren Riemenaufleger stellen kann. Bei Riemen, die nicht direkt von der Scheibe zur Arbeitsmaschine laufen, oder bei Uebertragungsscheiben kann man einen einfachen Riemenausrücker anbringen, durch welchen das Ein- und Ausrücken des Riemens bewirkt wird.

Bücherschau.

Bau und Betrieb elektrischer Bahnen. Handbuch zu deren Projektierung, Bau und Betriebsführung von *Max Schiemann*, Zivilingenieur für elektrische Bahnen. Zweiter Band: Haupt-, Neben- und Industriebahnen. VII und 293 S. mit 189 Abbildungen und massstäblichen Konstruktionszeichnungen und 30 statistischen Tabellen. Leipzig. Verlag von Oskar Leiner. Preis brosch. 18 M., geb. 19,50 M.

Während der erste Band des vorliegenden Werkes das in sich abgeschlossene Gebiet der eigentlichen Strassenbahnen behandelte, bringt der zweite Band eine Zusammenstellung aller derjenigen Bahnsysteme, deren Verwendbarkeit wenigstens grössteNteils noch von der endgültigen Lösung der wirtschaftlichen Fragen abhängt. Es sind hier besprochen: die Wechselstrombahnen, Steil-, Tief- und Hochbahnen, Stufenbahnen, die Elektrolokomotiven, die Grosseisenbahnen und die Industriebahnen. Zwei besondere Kapitel sind den Stromzuführungen für Vollbahnen und der Fahrzeugbeleuchtung gewidmet; ausserdem ist als Anhang eine ausführliche Statistik der elektrischen Bahnen beigefügt, welche für die verschiedensten Zwecke schätzenswertes Material bietet.

Es ist zu hoffen, dass das vorliegende Werk des auf dem Gebiete der elektrischen Bahnen als Autorität bekannten Verfassers dazu beitragen wird, insbesondere auch auf dem noch umstrittenen Gebiet der Grosseisenbahnen dem elektrischen Betrieb weitere Anhänger zuzuführen.

Elektrische Strassenbahnen. *Allgemeine Elektrizitätsgesellschaft Berlin.* 1900.

In einem stattlichen Album von 400 Seiten widmet die *Allgemeine Elektrizitätsgesellschaft* den Strassenbahninteressenten eine von deutschem, französischem und englischem Text begleitete Vorführung ihrer Systeme, zunächst Einzelheiten der Geleiseanlage und Oberleitung, dann die Motoren und Wagen, schliesslich eine lange Reihe von Abbildungen ausgeführter Anlagen, welche manchen Gegner des Oberleitungssystems zu bekehren geeignet sind. Das trefflich ausgestattete Werk, gleichzeitig ein Album von vorzüglich ausgeführten Städtebildern, wird sich manchen Freund erwerben.

Arnold Bergsträsser Verlagsbuchhandlung (A. Kröner) Stuttgart.
Druck der Union Deutsche Verlagsgesellschaft ebendaselbst.



DINGLERS
POLYTECHNISCHES JOURNAL.

81. Jahrg., Bd. 315. Heft 20. Stuttgart, 19. Mai 1900.

Jährlich 52 Hefte in Quart. **Abonnementspreis** vierteljährlich 6 M., direkt franko unter Kreuzband für Deutschland und Oesterreich 6 M. 65 Pf., für das Ausland 7 M. 30 Pf. Redaktionelle Sendungen und Mitteilungen bittet man zu richten: An die Redaktion von „Dinglers Polytechn. Journal“ in Stuttgart, die Expedition betreffende Schreiben an Arnold Bergsträsser Verlagsbuchhandlung (A. Kröner) Stuttgart.



Pariser Weltausstellung.

Die Dampfkessel- und Kraftanlagen des Marsfeldes, das Elektrizitätspalais und das Wasserschloss.

Nachdem die diesjährige Weltausstellung, welche am Tage ihrer Eröffnung noch aussergewöhnlich unfertig war, inzwischen aber doch in manchen ihrer Teile bereits zur Vollendung gediehen oder derselben doch wenigstens nahe gerückt ist, liegt wieder reichlicher Stoff vor, unsere seinerzeitigen Vorberichte über die verschiedenen Anlagen, Bauwerke und Einrichtungen des grossen Pariser Unternehmens zu ergänzen oder zu berichtigen. Vieles war ja von vorhinein hinsichtlich der näheren Ausführung von späteren klarstellenden Umständen abhängig, anderes wurde wieder durch erst nachträglich zur Geltung gelangte Bedürfnisse bestimmt, und so mussten die vielfach nur beiläufig festgesetzten Einzelheiten der meisten Anlagen noch zahlreiche und mannigfache Wandlungen und Vervollkommnungen erfahren, bis sie ihrem Dienste überantwortet werden konnten. In diesem Sinne gibt es beispielsweise gleich bezüglich der *Dampfkessel- und Kraftanlagen* des Marsfeldes, wo nun die Mehrzahl der Kessel und Maschinen zusammengestellt und in Betrieb gesetzt sind, Ergänzungen nachzutragen.

In den ausführlichen Mitteilungen über die baulichen Einrichtungen dieser Anlagen wurde bereits auf S. 181 bis 188 d. Bd. der Längenschnitt und Grundriss der beiden auf dem Marsfelde eingerichteten Kesselhäuser durch Abbildungen ersichtlich gemacht, wozu an dieser Stelle lediglich erinnert wird, dass für die gesamte Kesselanlage ein einheitlicher Dampfdruck von 11 at vorgeschrieben ist, ferner dass jedes der beiden Kesselhäuser stündlich 100000 kg Dampf zu liefern hat, und endlich dass die betreffenden zwei Gebäude zwischen dem Elektrizitätspalais und der ehemaligen, von der letzten Weltausstellung (1889) stehen gebliebenen Maschinenhalle, welche diesmal die Gruppen VII (Landwirtschaft) und X (Lebensmittel), sowie den riesigen Festsaal beherbergt, in je einem Hofe von 117 m Länge und 40 m Breite eingebaut sind. Die Kesselhäuser, eigentlich offene Hallen, bestehen aus gewöhnlichem Eisenblechfachwerk (Fig. 1 bis 3) und besitzen eine Länge von 105 m und eine Breite von 28 m; beide haben eine genau symmetrische Anordnung und alle baulichen wie maschinellen Einzelheiten des rechtsseitigen, nächst der *Avenue de Suffren* gelegenen Kesselhauses stimmen mit jenen des linksseitigen, wie sie Fig. 1 bis 3 ersichtlich machen, vollkommen überein. Die Hauptstützpfeiler, welche die Längsträger und die Dachgespärre tragen, stehen in Abständen von je 9 m voneinander; die Bedachung besteht aus Eisenwellblech, das 0,8 mm stark verzinkt ist. Ein 6,90 m weites Laternendach, das einerseits die Lüftung, andererseits die Zuführung von Licht besorgt, zieht sich der ganzen Kesselhalle entlang und besitzt Glaseindeckung; die vier Seitenwände sind offen und rings um dieselben verläuft der freie Hof, eine 6 m breite Strasse bildend (vgl. Fig. 3 und 7), die dem Publikum ohne irgend welche Behinderung des Dienstes den Besuch und die Besichtigung der Anlage um so bequemer und besser gestattet, als sämtliche Kessel ihre Vorderseite mit den Heizvorrichtungen dem Rundwege zukehren. Das in der Mittelachse der beiden Kesselhallen durchlaufende Eisenbahngeleise, welches während des Baues

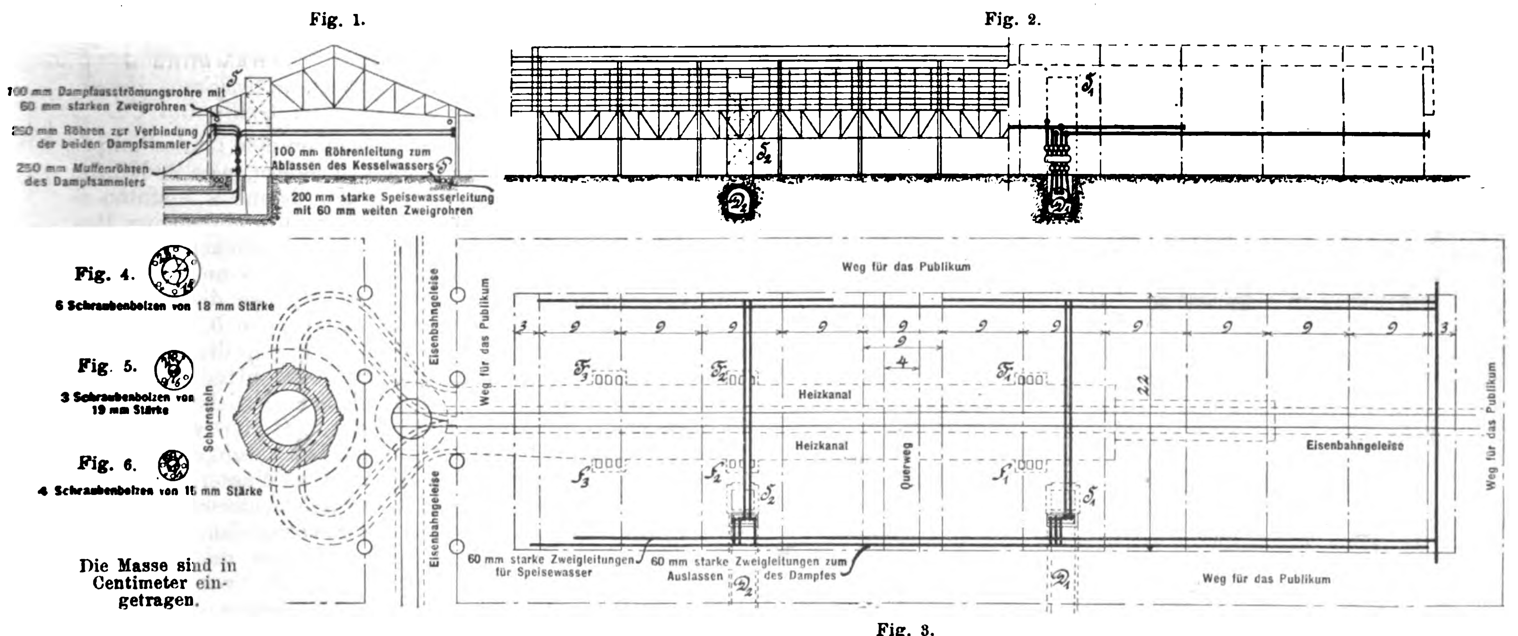


Fig. 1. Kesselhaus nächst der Avenue de la Bourdonnais mit Dampfleitungskanal und Luftschacht, Querschnitt. Fig. 2. Längsschnitt. Fig. 3. Grundriss. Fig. 4. Verbindungsflansche für 150 mm starke Dampfleitungen, Fig. 5 für 60 mm starke Speisewasserleitungen, Fig. 6 für 60 mm starke Dampfablassröhren.

und der Einrichtungsarbeiten zur direkten Herbeischaffung der Baumaterialien in vollen Waggonladungen und später zur Zufuhr der Ausstellungsgegenstände gedient hatte, wird nun während der Ausstellung in gleicher Weise zur Zufuhr des Brennstoffes und zur Abfuhr von Asche, Russ und sonstigen Abfällen im Betriebe bleiben.

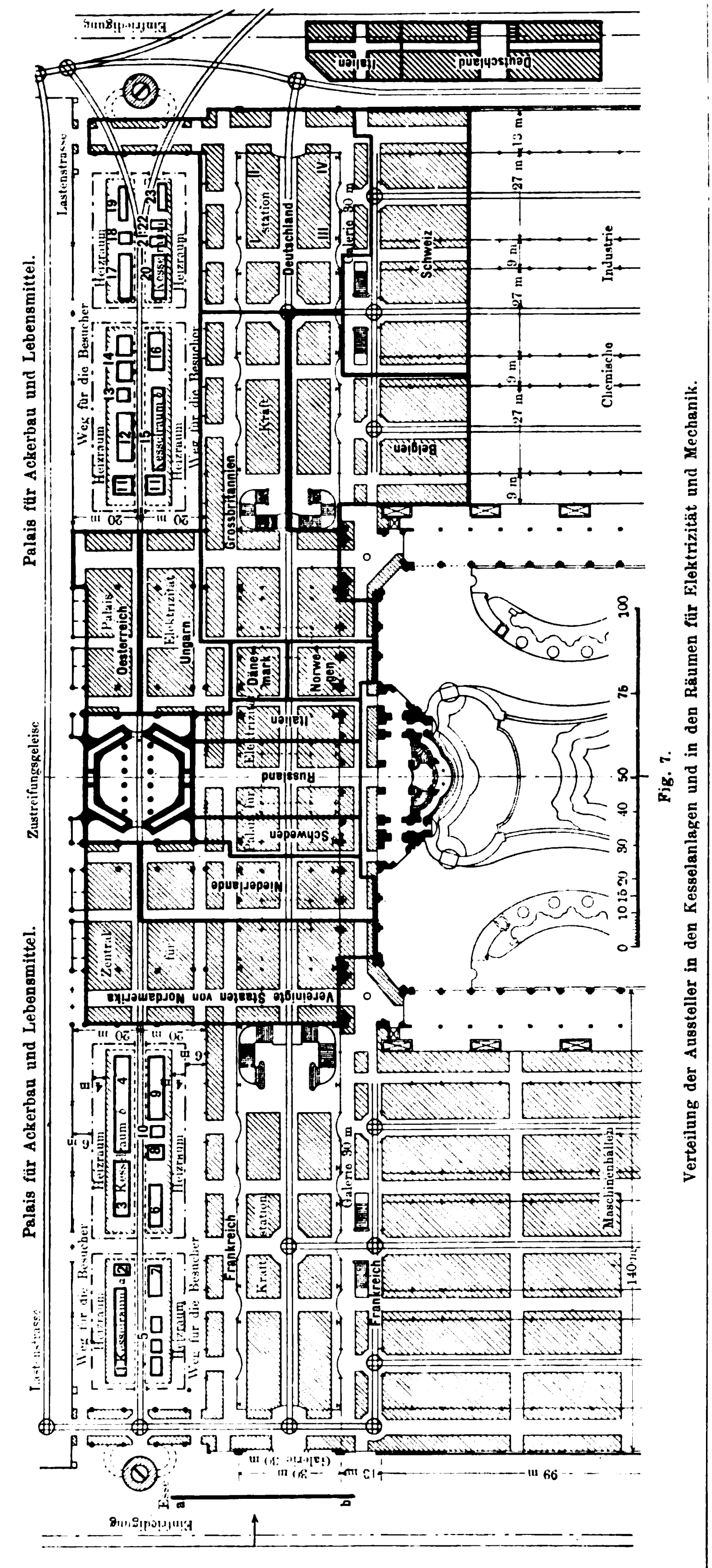


Fig. 7. Verteilung der Aussteller in den Kesselanlagen und in den Räumen für Elektrizität und Mechanik.

Was den Abzug der Verbrennungsgase anbelangt, so hatten die Kesselaussteller nichts weiter zu thun, als die Rauchkammern ihrer Kessel mit den Füchsen $F_1 F_2 F_3$ und $f_1 f_2 f_3$ (Fig. 3) in Verbindung zu setzen, welche in den unter dem Eisenbahngeleise errichteten, zu dem bezüglichen Schornstein führenden Rauchzugkanal einmünden. Wir erinnern bloss nochmals daran, dass diese von der Administration der Ausstellung errichteten Doppelkanäle (vgl. S. 184 d. Bd.) in der Längenachse des Kesselhauses verlaufen, und dass sie je näher zum Schornstein einen um so grösseren Querschnitt besitzen, damit letzterer mit der auf dem Wege zunehmenden Kesselzahl, d. i. mit der zunehmenden Menge der fortzuschaffenden Verbrennungsgase im angemessenen Verhältnisse sich erweitert.

Bei der Verteilung der Kessel in den beiden Hallen hat man dieselben zu einer Anzahl Gruppen zusammengestellt, wobei zuförderst die Herkunft massgebend war, insofern alle aus dem Auslande zur Ausstellung gekommenen Dampferzeuger in dem nächst der *Avenue de Suffren* befindlichen, in Fig. 7 rechts liegenden Kesselhause Aufnahme fanden, wo allerdings zur vollen Deckung der erforderlichen Dampferzeugung auch noch französische Kessel zugezogen sind. Bei der Wahl der Anzahl und Leistungsfähigkeit der Kessel ist in beiden Anlagen darauf Bedacht genommen, dass die Dampferzeugung für alle Fälle unter einem gewissen Reservestande gesichert erscheint, und dass also die zur Instandhaltung erforderliche Ausserdienstsetzung des einen oder anderen Kessels oder die zufällig eintretende Untauglichkeit eines solchen ohne Belang sind. Die in der linksseitigen, zunächst der *Avenue de la Bourdonnais* gelegenen Halle untergebrachten Kessel sind ausschliesslich französischer Herkunft und umfassen nachstehende zehn, in Fig. 7 durch numerierte Vierecke ersichtlich gemachte Gruppen:

Nr. 1: 12 Kessel der Firma *J. et A. Niclausse* in Paris.
„ 2: 1 „ „ „ *Crépelle-Fontaine* in Madeleine-Lille.
„ 3: 4 „ „ „ *Mahot et fils, Société de générateurs* in Roeux-les-Arras.
„ 4: 10 „ „ „ *Babcock und Wilcox* in Paris.
„ 5: 6 „ „ „ *Roser* in Saint-Denis.
„ 6: 6 „ „ „ *Montupet* in Paris.
„ 7: 3 „ „ „ *Compagnie Fives*-Lille.
„ 8: 1 „ „ „ *Biétrix, Nicolet und Co.* in Saint-Etienne.
„ 9: 6 „ „ „ *Naeyer und Co.* (Franz. Haus).
„ 10: 1 „ „ „ *Solignac, Grille und Co.*

Diese 50 Kessel vermögen zusammen eine totale Dampfmenge von 120600 kg pro Stunde zu liefern, also 20600 kg mehr als der Normalbedarf beträgt; demnach könnten 6 oder 7 Kessel immerhin ohne Gefahr, die allgemeine Betriebsleistung unter das Normale herabzudrücken, dauernd ausser Dienst stehen. Die Gruppen 1, 2, 3 und 4 haben ihre Vorderseite bezw. ihre Heizungen gegen die Halle für *Feldbau und Lebensmittel* und die Gruppen 5, 6, 7, 8, 9 und 10 gegen den Eiffelturm bezw. gegen die *Seine* zugekehrt. Für die Speisung dieser Kesselanlage liefert die Pariser städtische Wasserleitung die erforderlichen Wassermengen unentgeltlich mittels eines 200 mm weiten Zuleitungsrohres. Zwecks der Kesselentleerungen ist unmittelbar neben der soeben genannten Wasserleitung im Längskanal P (Fig. 1) eine besondere Abflussrohrleitung von 100 mm innerem Durchmesser vorhanden. Für den zum Betriebe der kleinen Hilfsmaschinen angewendeten Dampf besteht ein gemeinsamer Kondensator von 10000 kg Leistungsfähigkeit pro Stunde, nach *Delaunay-Belleville*scher Bauart, der durch einen Elektromotor angetrieben wird; eine besondere Wechselvorrichtung gestattet aber auch, den gedachten Dampf im Bedarfsfalle durch einen der Luftschächte S (Fig. 1 bis 3) entweichen zu lassen.

In der zweiten Kesselhalle, die zunächst der *Avenue de Suffren* liegt, befinden sich nachstehende, in der Fig. 7 wieder durch Vierecke und Ziffern ersichtlich gemachte 13 Dampferzeugergruppen, nämlich:

Nr. 11: 6 Kessel der Firma *Galloway, Ltd.* in Manchester.
„ 12: 4 „ „ „ *De Naeyes und Co.* in Willebroeck.
„ 13: 1 „ „ „ *Fitzner und Gamper* in Sosnovice.
„ 14: 4 „ „ „ *Babcock et Wilcox* (*Compagnie française* in Paris).
„ 15: 9 „ „ „ *J. et A. Niclausse* in Paris.

Nr. 16: 3 Kessel der Firma *Mathon et fils* in Roeux-les-Arras.
„ 17: 5 „ „ „ *Steinmüller* in Gummersbach für *Siemens und Halske.*
„ 18: 1 „ „ „ *Petry-Dereux* (Düren im Rheinland).
„ 19: 1 „ „ „ *Ewald Berninghaus* (Duisburg).
„ 20: 4 „ „ „ *Ewald Berninghaus* für *Schuckertwerke.*
„ 21: 1 „ „ „ *Petzold und Co.* (Berlin).
„ 22: 1 „ „ „ *Simonis und Lanz* (Frankfurt a. M.-Sachsenhausen).
„ 23: 1 „ „ „ *Pauksch, Aktiengesellschaft* (Landsberg a. W.).

Das sind zusammen 41 Kessel, welche im stande sind, gleichmässig eine Dampfmenge von 120000 kg pro Stunde zu liefern. Dieselben werden in gleicher Weise wie die zehn ersten Gruppen durch die städtische Wasserleitung mit Speisewasser versehen. Für die Kondensation des Maschinendampfes der verschiedenen Betriebe stehen jedoch in der rechtsseitigen Kesselhalle *drei* Apparate in Verwendung, nämlich zwei *Delaunay-Belleville*'sche Mischkondensatoren von je 3000 kg stündlicher Leistung und ein *Charles Bourdon*'scher Einspritzkondensator von 45 cm Durchmesser. Der Betrieb dieser drei Kondensatoren wird durch ebenso viele Elektromotoren unterhalten.

Von den oben angeführten 91 Dampfkesseln sind 6 Galloway-, 8 Cornwall-, 4 Halbröhren- und die übrigen Mehrfachröhren-Kessel; ihre Heizfläche beläuft sich zusammen (vgl. *Gabriel Eude, La Mécanique à l'Exposition 1900, Paris,* S. 9) auf nahezu 1500 qm, wodurch sich die pro Quadratmeter Heizfläche erzielte Dampfmenge im Durchschnitt mit 15,6 kg ergibt. Die bezüglichen äussersten Werte gehen übrigens bei den verschiedenen Kesseltypen ziemlich weit auseinander, indem die grösste beobachtete Dampferzeugung pro Quadratmeter sich mit 23 kg und die schwächste mit 10 kg herausstellte. Die gesamte Rostfläche beider Kesselanlagen misst 396 qm und es kommt sonach auf 1 qm Rostfläche eine Dampferzeugung von 590 kg.

Zum Vergleiche der diesjährigen Kesselleistungen mit dem Dampfaufwande früherer Pariser Weltausstellungen dienen folgende Ziffern:

Ausstellung	Anzahl der Kessel	Zahl der Betriebstage	Tägliche Dampferzeugung in kg	Gesamte Dampferzeugung in t
1878	19	108	219 450	39 473
1889	30	108	382 205	68 797
1900	91	205	1 500 000	307 500

Nach einer Entschliessung des Generalkommissärs der Ausstellung vom 31. August 1898 gelten hinsichtlich der geschilderten Kesselanlagen zuförderst ausnahmslos alle in Frankreich bestehenden gesetzlichen Bestimmungen für Kesseleinrichtungen; dieselben unterstehen, sowohl was ihre Aufstellung, als den Betrieb und das Zusammenwirken mit den dampfverbrauchenden Maschinen anbelangt, der besonderen Oberleitung und Beaufsichtigung seitens des Generalkommissärs. Im sonstigen werden jedoch die aufgestellten Kesseleinrichtungen nebst ihren Hilfsapparaten und Ausstattungen wie Ausstellungsobjekte betrachtet und demgemäss auch dem allgemeinen Reglement der Ausstellung unterzogen sein; sie werden in die Prüfungslisten der internationalen Jury eingetragen und haben Anspruch auf die Beteiligung mit Auszeichnungen. Für die Kessel besteht weiter ein Sonderreglement, welches nach Mitteilung des *Génie civil* vom 7. April 1900 folgende Bestimmungen enthält:

„Die Thüren zu den Rauchkanälen müssen starke, dichte, durch Sicherheitsriegel unterstützte Verschlüsse haben; die Verschlüsse an den Feuerbüchsen und an den Aschenkästen der Kessel sollen womöglich selbstthätig wirksam sein; für alle Fälle müssen diese beiden Kesselteile *solide* Abschlussthüren besitzen. Für Dampferzeuger, die keine Röhrenkessel sind, genügen gut und kräftig einklinkbare Feuerthüren.

Als Abschlussvorrichtungen für die Dampfleitung dürfen nur solche Verwendung finden, welche sowohl den Abfluss als den Rückgang des Dampfes verhindern.

Die Vereinigung der Ausströmungsrohre für den Dampfabfluss der Kessel mit den Sammlern des Verteilers, ebenso wie jene der Speisevorrichtungen mit der Speisewasserleitung und die Verbindung des Kessels mit der Rohrleitung für die Entleerungen ist durch die Kesselbesitzer auf eigene Kosten herzustellen. Die Hauptabschlussventile der Kessel sind in der Regel am höchsten Punkte der Vereinigungsrohre anzubringen; wo dies nicht möglich sein wird, sollte an jedem solchen niedrigen Anschluss ein automatischer Reiniger eingeschaltet werden. Jeder Kessel muss mit einer günstig angebrachten Rauchzugklappe versehen sein, welche jedesmal und sorgfältigst verschlossen zu halten ist, wenn der Kessel nicht im Dienste steht.

Die Reinigung und laufende Unterhaltung soll jeden Tag so frühzeitig vorgenommen werden, dass die Kessel spätestens um halb 9 Uhr morgens Volldruck besitzen. Die zum Betriebe bestimmten Kessel, deren Reihenfolge gemäss des Artikels 8 der *Allgemeinen Bestimmungen* in einer beim Generaldirektor der Ausstellung hinterlegten Tabelle aufgezeichnet ist, sind täglich derart vorzubereiten, dass sie den vollen Dienst um 10 Uhr morgens aufzunehmen vermögen; gelegentlich der Pausen müssen sie stets eine halbe Stunde vor dem für die Ingangsetzung der betreffenden Maschinen festgesetzten Zeitpunkte den zur Aufnahme der Arbeit erforderlichen Volldampf besitzen.

Wenn möglich, wird für jeden Kessel jeden Monat ein eigener Tag festgesetzt, an welchem die eingehendere Untersuchung, dann die innere Reinigung, sowie die allenfalls erforderlich gewordenen Ausbesserungen durchzuführen sind. Die Zufuhr des Brennstoffes kann entweder in Eisenbahnwagenladungen oder mittels Karren erfolgen, allein in einem wie im anderen Falle muss sich das Heizmaterial in Säcken befinden, damit sowohl die Stauberzeugung aufs Aeusserste herabgemindert, als auch die Unterbringung und Aufbewahrung des Brennstoffes erleichtert werde.

Der im Laufe des Betriebes erzeugte Kohlenstaub, der Russ, die Asche und sonstige Abfälle sind täglich gleichfalls in Säcken zu sammeln und mittels der hierzu bestimmten Strassenkarren oder Eisenbahnwagen aus der Ausstellung wegzuschaffen.

Beide Arbeiten, nämlich die Brennstoffbeschaffung einerseits und die Fortschaffung der Abfälle andererseits, müssen täglich spätestens um 8 Uhr morgens durchgeführt sein.

Die Kosten des Brennstoffes, der Kesselbedienung und Unterhaltung sind Sache des Kesselbesitzers, dagegen erhält jeder Dampflieferant eine zweifache Entschädigung durch die Administration der Ausstellung, nämlich:

1. eine Summe von je 1500 Frcs. pro 1000 kg Kapazität der Dampferzeugung pro Stunde als Beitrag zu den Installationskosten, und

2. einen Beitrag von 4 Frcs. 45 Cent. für je 1000 kg wirklich erzeugten Dampfes während der nützlichen Dienstzeit als laufendes Entgelt."

Wie wir bereits seinerzeit hervorgehoben haben, bildet die *Verteilung des Dampfes* eine der wichtigsten Einrichtungen des Maschinendienstes auf dem Marsfelde; dieselbe wird mittels Leitungen durchgeführt, die aus weichen Stahlblechrohren von 250 mm innerer Weite und 4,40 mm Länge besteht, und in unterirdischen, zusammen 1470 m langen Kanälen (vgl. Fig. 8 bis 13) verlegt sind. Die Dampfleitungskanäle enthalten u. a. eine gewisse Anzahl Apparate, wie Abschlussschieber, Wechselstücke, Filtriercylinder, automatische Reiniger, Rohrkniee u. s. w.; alle diese besonderen Nebenvorrichtungen haben gleich wie die gewöhnlichen einfachen Rohrleitungen Fig. 12, 13 u. 14, dank der gewählten einheitlichen Anordnungen, gehörig ihren Platz gefunden. Von den Kesselanschlüssen aus gelangt der Dampf nicht unmittelbar in die Kanäle, sondern fürs erste in vier grosse Sammler, nämlich je zwei für jede Kesselanlage, von wo er sich erst ins allgemeine Netz verteilt. Hier sind die Dampfrohrleitungen entweder von Sätteln getragen, die auf Untermauerungen oder eisernen Querträgern ruhen, oder an der Wölbung des Kanals mittels Ringeisen aufgehängt sind. Dabei sind sie im allgemeinen zum Schutze

gegen die Ausstrahlung mit einem die Wärme zurückhaltenden Korkmantel umgeben, dessen innere Weite so gross ist, dass zwischen ihm und der Dampfrohraussenfläche sich auch noch eine isolierende Luftschicht befindet. Die verschiedenen Stränge des Dampfrohrnetzes sind durchweg auf einen Druck von 20 kg pro Quadratcentimeter geprüft. Die Sammler sind aus Stahlblech; auch sie wurden gemäss der für Dampfgefässe vorgeschriebenen Bestimmungen geprüft und bei diesem Anlasse einem Drucke von 12 at unterzogen. Ein Hauptaugenmerk ist in den Dampfkanälen auf menge wird zum grössten Teil durch die im Marsfelde befindliche (wie es Fig. 7 ersehen lässt), in unmittelbarer Nähe der oben geschilderten Kesselanlagen untergebrachte, internationale elektrische Zentralstation erfolgen.

Ausserdem werden die beiden mit ihren Leitungsnetzen an das Ausstellungsgebiet heranreichenden, ständigen Pariser Elektrizitätswerke des „rechten Seineufers“ und des „linken Seineufers“, sowie ein drittes, in *Billancourt* neu errichtetes Elektrizitätswerk zur Stromlieferung herangezogen sein. Letzteres besorgt allerdings nur den Betrieb

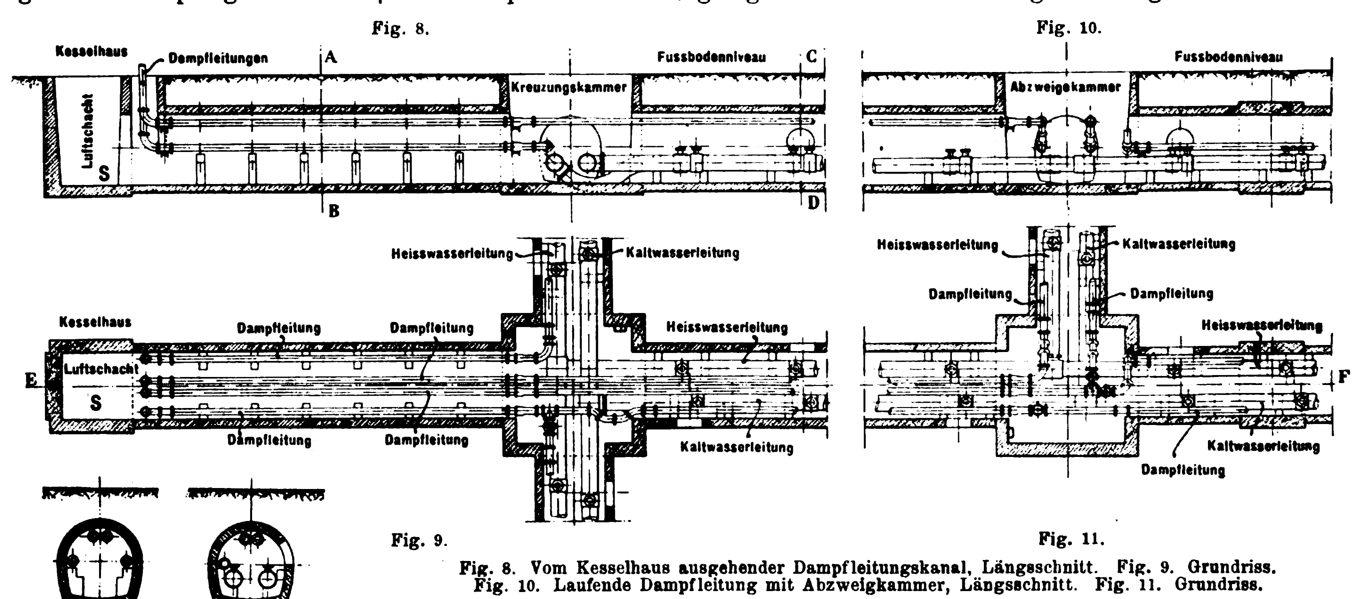


Fig. 8. Fig. 9. Fig. 10. Fig. 11.

Fig. 8. Vom Kesselhaus ausgehender Dampfleitungskanal, Längsschnitt. Fig. 9. Grundriss.
Fig. 10. Laufende Dampfleitung mit Abzweigkammer, Längsschnitt. Fig. 11. Grundriss.

Fig. 12. Schnitt A B. Fig. 13. Schnitt C D.

eine praktische Verteilung der Leitungen gelegt worden, um der Bedienungsmannschaft die Möglichkeit eines leichten Zutritts bestens zu wahren. Die oben erwähnten besonderen Leitungsarmaturen, welche ein Hindernis vorstellen können, sind daher vornehmlich nur in die Kammern verwiesen worden, die sich, wie wir auf S. 187 d. Bd. erörtert haben, an den Kreuzungspunkten und Endstellen der Kanäle befinden, wo zu ihrer anstandslosen Unterbringung hinreichend verfügbarer Raum vorhanden ist. Die Lüftung des unterirdischen Kanalnetzes der Dampfverteilung, das sich von jeder Kesselhalle in je zwei Hauptsträngen D_1 und D_2 (Fig. 2 und 3) abzweigt, erfolgt stetig durch die vier weiten Schlote (2,50 × 3,50 m) S (Fig. 1, 3, 8 und 9), die sich am Anfange der vorerwähnten Stränge 10,20 m hoch erheben; im Falle des Bruches eines Dampfrohrs kann eine weitere Lüftung etwa auch durch die beweglichen Fallthüren geschehen, die an allen Zuführungspunkten (vgl. Fig. 14) und an jeder der vielen Kreuzungs- und Abzweigekammern zur Verfügung stehen. Die in Rede stehenden Dampf- und Wasserleitungskanäle (Fig. 8 bis 14) sind mit elektrischem Licht versehen und ihre Ueberwachung und Unterhaltung wird ausschliesslich durch die Ausstellungsverwaltung besorgt.

Auf der diesjährigen Weltausstellung erfolgte das *erste* Anheizen eines Dampfkessels am 15. März; der Beginn der Dampferzeugung und die ersten Erfahrungen mit der Dampfverteilung wurden mit zwei Kesseln der Gruppe Nr. 5 gemacht. Für den Beleuchtungsdienst standen zuerst nur die fünf Kessel Nr. 18, 19, 21, 22 und 23, *das sind durchweg solche deutscher Firmen*, zur Verfügung.

Wie wir seinerzeit darlegten, ging man bei der Aufstellung der Betriebsbestimmungen für die Ausstellung von dem Grundsatze aus, dass nicht nur innerhalb des Beleuchtungsgebiets im wesentlichen *elektrisches* Licht zur Verwendung kommen soll, sondern dass auch für alle auszustellenden Maschinen, sowie überhaupt für alle mechanischen Betriebe lediglich *elektrischer* Antrieb zu gestatten sei. An elektrischer Energie war hierdurch ein Bedarf erwachsen, der für die Tagesstunden am Marsfelde allein mit 5000 PS, für die Beleuchtungsstunden aber mit 20000 PS, für sämtliche Ausstellungsörtlichkeiten zusammengenommen jedoch mit 30000 bis 40000 PS zu veranschlagen war. Die Beschaffung dieser geradezu ungeheuren Energie-

der elektrischen Rundbahn der Ausstellung und den Betrieb der Stufenbahn (vgl. *D. p. J.* 1899 **313** 7), für welche Zwecke es Drehstrom von 3000 Volt zuführt, der in angemessen verteilten Umformerstationen durch rotierende Konverter auf Gleichstrom von 500 bis 550 Volt umgewandelt wird.

Ueber die Leistungen der internationalen Kraftstation am Marsfelde gibt das nebenstehende offizielle Verzeichnis die näheren Daten an. Danach liefern die Franzosen im ganzen 14435 PS_i mittels 18 Dampfdynamos von durchschnittlich 802 PS und die ausländischen Aussteller 21650 PS_i mittels 19 Dampfdynamos von durchschnittlich

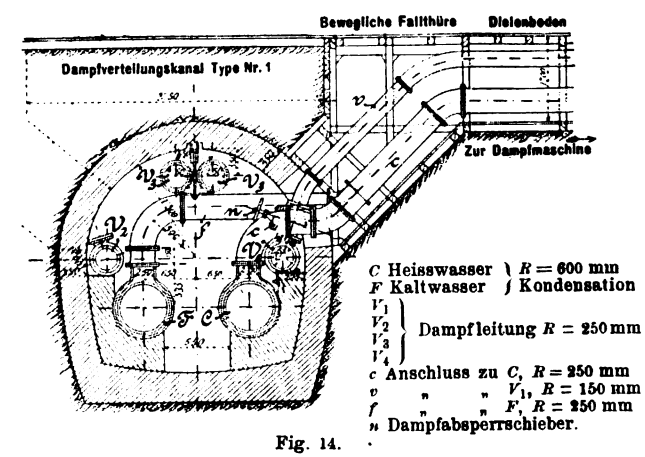


Fig. 14.
Anschlussstelle der Dampfleitung an eine Dampfdynamo.

1140 PS; zusammengenommen gibt dies 36085 PS oder im Mittel 975 PS für jede Dampfdynamo. Von den 37 Elektrizitätserzeugern liefern 17 mit 13190 PS Gleichstrom und 20 mit 22895 PS verschiedene Formen von Wechsel- oder Drehstrom. Bezüglich der Dampfmaschinen ist noch hervorzuheben, dass dieselben — abgesehen von den *Laval*schen Dampfturbinen — nur langsam laufen, und während in der französischen Abteilung Maschinen mit grosser Tourenzahl überhaupt nicht vorhanden sind, enthält auch die ausländische Abteilung nur drei Maschinen, bei welchen die Tourenzahl über 200 hinausgeht; die geringste vorkommende Tourenzahl beträgt 70. Was die Konstruktionseinzelheiten

Land	Firma	PSi	Kilo-Watt	Stromgattung	Spannung	Frequenz
Frankreich	Société Alsacienne	1 200	675	—	500	—
	Crépelle et Garand und Decauville	1 200	675	—	250	—
	Société de Laval	350	200	—	250	—
	Société de Laval	350	200	—	250	—
	Compagnie de Fives-Lille	1 200	675	⅄	2 200	50
	Piguet et Co.; A. Grammont	600	335	⅄	2 200	50
	Garnier et Faure-Beaulieu; Postel-Vinay	400	225	—	500	—
	Garnier et Faure-Beaulieu; Postel-Vinay	135	75	—	500	—
	Dujardin et Co.; Eclairage électrique	800	440	⅄	3 000	50
	Biétrix, Leflaive, Nicolet; Eclairage électrique	350	190	—	250	—
	Farcot	850	480	+	2 200	42
	Weyher et Richemond; Etabl. Daydé et Pillé	1 000	560	—	250	—
	Weyher et Richemond; Société électrique de Nancy	500	280	⅄	3 000	50
	Weyher et Richemond; Société Electricité et Hydraulique	1 000	560	⅄	2 200	50
	Delaunay-Belleville; Maison Bréguet	1 250	700	⅄	2 200	50
	Etablissement Cail; Co. Française Thomson et Houston	1 250	600	⅄	5 500	25
	Dujardin et Cie.; Schneider et Cie.	1 500	840	⅄	3 000	50
	Hauts-Fourneaux de Maubeuge	500	280	—	250	—
	Zusammen 18 Dampfdynamo mit	14 435	7 990			
Grossbritannien	Robey et Co.	500	280	—	250	—
	Willans et Robinson; Siemens Brothers	2 400	1 340	—	500	—
	Galloways Ld.; Mather und Platt	500	280	—	250	—
	Zusammen 3 Dampfdynamo mit	3 400	1 900			
Niederlande	Storck und Co.; Elektrotechnische Industrie	550	300	—	—	—
	Zusammen 1 Dampfdynamo mit	550	300			
Deutschland	Augsburger Maschinenfabrik; Helios in Köln-Ehrenfeld	1 900	1 060		2 200	50
	Nürnberger Maschinenfabrik; Schuckert in Nürnberg	2 000	800	—	500	—
			850	⅄	5 000	50
	Borsig in Berlin; Siemens und Halske in Berlin	2 230	1 250	⅄	2 200	50
	Nürnberger Maschinenfabrik; W. Lahmeyer u. Co. in Frankfurt a. M.	1 400	350	—	250	—
			790	⅄	5 000	50
	Zusammen 4 Dampfmaschinen mit 6 Dynamo	7 530	5 100			
Belgien	Carels frères; Kolben	1 000	560	⅄	3 000	50
	Bollinckx; Electricité et Hydraulique (Dulait)	1 000	620	⅄	2 200	42
	Van Den Kerchove; Comp. d'Electricité (Pieper)	1 000	560	⅄	2 200	50
	Zusammen 3 Dampfdynamo mit	3 000	1 740			
Oesterreich-Ungarn	Ringhoffer; Siemens und Halske	1 600	900	—	500	—
	Erste Brünner Maschinenfabrik; Ganz und Co.	910	510	⅄	2 200	42
	Lang und Co.; Ganz und Co.	1 200	675	⅄	2 200	50
	Zusammen 3 Dampfdynamo mit	3 710	2 085			
Schweiz	Gebrüder Sulzer; Etablissement Oerlikon	400	230	∼	2 200	50
	Emil Mertz; Gesellschaft Alioth	360	200	—	500	50
	Escher und Wyss; Etablissement Oerlikon	900	500	⅄	2 200	50
	Zusammen 3 Dampfdynamo mit	1 660	930			
Italien	Tosi; Schuckert	1 200	700	—	500	—
	Tosi; Bacini	600	350	—	500	—
	Zusammen 2 Dampfdynamo mit	1 800	1 050			

anbelangt, so können darüber, da die vorhandenen Typen zu zahlreich und abweichend sind, nicht leicht allgemeine Daten angegeben werden. Ueber das Verhältnis des diesjährigen Kraftaufwandes zu jenem der früheren Pariser Weltausstellungen erteilt die nachstehende Tabelle interessante Aufschlüsse.

Ausstellungsjahr	Anzahl der diensttuenden Kraftmaschinen	Gesamtleistung in PSi	Durchschnittl. Leistung einer Maschine in PS
1867	52	854	16
1878	41	2 533	62
1889	32	5 320	166
1900	37	36 085	975

Auf der diesjährigen Weltausstellung wird die Energie stets gleich in unmittelbarer Nähe jeder einzelnen Maschine abgenommen und mit Hilfe des elektrischen Leitungsnetzes der weiteren Verwendung zugeführt. Letzteres ist grösstenteils unterirdisch angelegt und lediglich von Seite und auf Kosten der Ausstellungsdirektion entworfen, berechnet, angeordnet und ausgeführt worden, der auch das Recht ausschliesslich vorbehalten bleibt, über den gelieferten Strom zu verfügen und den Dampfdynamos das Betriebsprogramm vorzuschreiben. Zunächst der internationalen Elektrizitätszentrale geschieht die Versorgung der Energieverbrauchsstellen im allgemeinen durch ein Dreileiter-Gleichstromnetz von 2 × 220 Volt Spannung, während die weit entfernten Ausstellungsteile teils Gleichstrom von 500 Volt, teils einphasigen oder zweiphasigen Wechselstrom von 2200 Volt oder endlich auch Drehstrom von 2200, 3000 oder 5000 Volt erhalten. Es war ausdrücklich bedungen, dass sämtliche Dynamomaschinen mit ihren Dampfmaschinen direkt gekuppelt, und dass letztere mit Kondensation versehen seien; die Stromgattung hingegen, sowie die Auswahl zwischen den von der Generaldirektion der Ausstellung vorgeschriebenen Normalspannungen standen den Lieferanten frei. Bezüglich der Gleichstrommaschinen waren ausschliesslich Wickelungen für 220 oder für 440 bis 500 Volt festgesetzt und die Ströme sämtlicher dieser Dynamos werden auf einem Sammelschaltbrette in Parallelschaltung auf das oben erwähnte Dreileiternetz von 2 × 220 Volt und die Leitungsnetze von 500 Volt verteilt.

Dementgegen arbeiten die einzelnen Wechsel- und Drehstrommaschinen auf besondere Leitungsnetze, wobei allerdings durch geeignete Umschaltervorrichtungen Vorsorge getroffen ist, dass in Bedarfsfällen die Dynamos der verschiedenen einzelnen Stromkreise, soweit es die betreffende Stromgattung zulässt, vertauscht werden können. Die Lieferanten der Wechsel- und Drehstrommaschinen hatten auch die Verpflichtung, für das ihnen überwiesene Hochspannungsnetz die erforderliche Anzahl entsprechender Reduktionstransformatoren beizustellen. Die für die Stromverteilung eingerichteten zwei grossen Schaltbretter der Ausstellungsverwaltung befinden sich im Erdgeschoss der Galerie, welche das Palais für Elektrizität vom Wasserschlosse trennt (vgl. Fig. 7 und *P* in Fig. 16); das linksseitige umfasst die Gleichstromlinien, das rechtsseitige die Wechsel- und Drehströme. Jedes der beiden Tableaux besitzt eine Länge von 60 m.

Um der technischen Ausstellungsleitung für die Aufstellung des Betriebsprogramms und namentlich für die Berechnung und den Entwurf des Leitungsnetzes Unterlagen zu verschaffen, waren die betreffenden Aussteller gehalten, Zeichnungen und Masse der wichtigsten Konstruktionsteile ihrer Dampfdynamos einzubringen, auf Grund welcher die Leistungen unter Voraussetzung eines Dampfdruckes von 10 at veranschlagt werden konnten. Hierbei war es allerdings mehrfach nicht möglich, die Leistungen genau zu bewerten bezw. die Leistungsfähigkeit derjenigen Dampfdynamos voll auszunutzen, welche für eine höhere Dampfspannung gebaut sind.

An jeden Aussteller, welcher sich an der Elektrizitätszentrale beteiligt, leistet die Ausstellung hierfür eine Entschädigung und zwar:

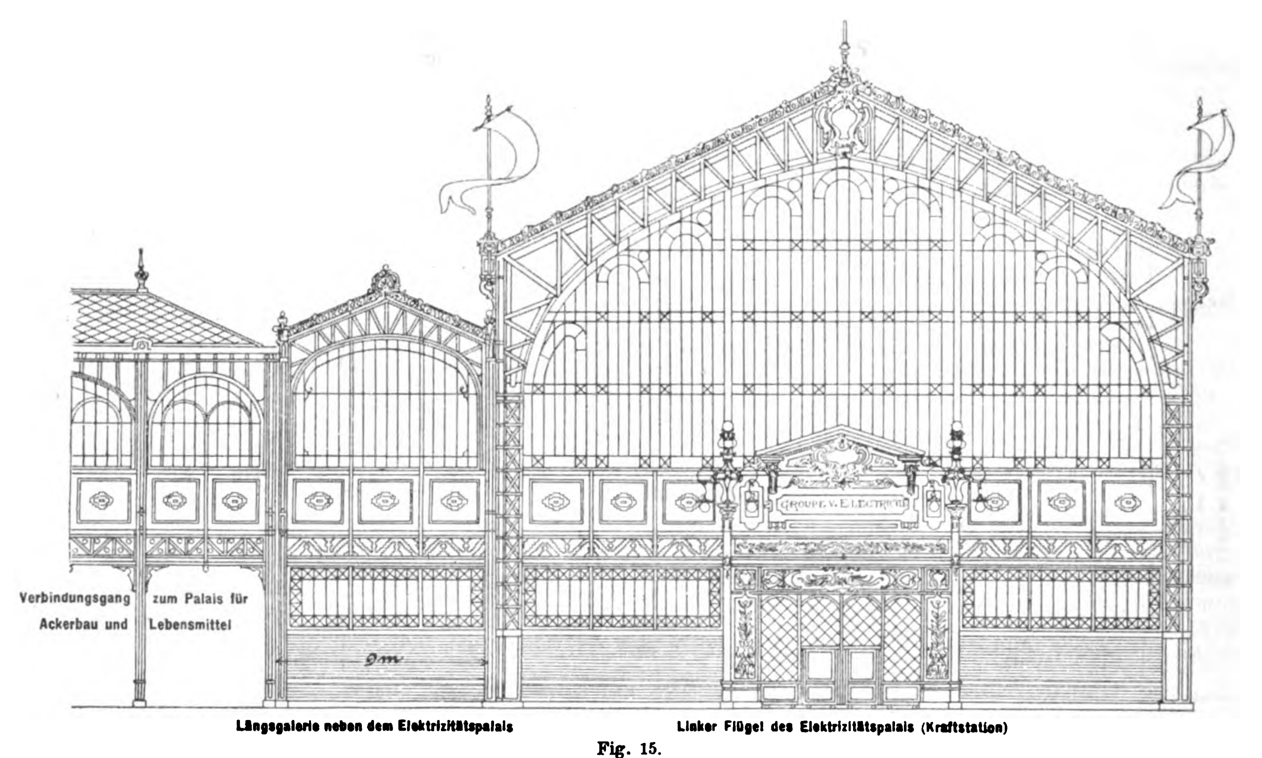
A. Ein für allemal als Zuschuss zu den Installationskosten pro PSi.

	Der Dampfmaschine	Der Dynamomaschine	Zusammen
	Frcs.	Frcs.	Frcs.
1. Bis zu einer Leistung von 1000 PS	9,65	4,08	14,03
2. Für die Leistung über 1000 PS bis 1500 PS	7,10	1,25	8,35
3. Für die Leistung über 1500 PS	5,20	0,95	6,15

B. Als Beitrag zu den Betriebskosten für jede innerhalb der Betriebsstunde gelieferte Pferdestärke.

	Der Dampfmaschine	Der Dynamomaschine	Zusammen
	Frcs.	Frcs.	Frcs.
1. Bis zu einer Leistung von 1000 PS	0,00840	0,00707	0,01547
2. Für die Leistung über 1000 PS bis 1500 PS	0,00382	0,00293	0,00675
3. Für die Leistung über 1500 PS	0,00288	0,00240	0,00528

Was im besonderen die „*Deutsche Abteilung*“ der internationalen Elektrizitätszentrale anbelangt, so war sie am Tage der Ausstellungseröffnung die am weitesten vollendete und eben nur dank ihrer Leistungsfähigkeit war es überhaupt möglich (vgl. S. 258 d. Bd.) mit der Eröffnung am 14. April vorzugehen. Wie Dr. *Otto Feuerlein* in der *Elektrotechnischen Zeitschrift* vom 12. April berichtet, ist dieses günstige Vollendungsstadium dadurch erreicht worden, dass man schon im Juli 1899 die Erbauung eines *gemeinsamen* Fundaments für die vier deutschen Dampfdynamos eingeleitet hatte, das auf diese Weise bereits Mitte Dezember 1899 fertig gestellt war. Die Kosten dieser Herstellung beliefen sich auf etwa 140000 Frcs. Mit Anfang dieses Jahres konnte auch schon mit der Aufstellung der Maschinenteile begonnen werden. Die Stromlieferung der deutschen Teilnehmer beträgt mehr als die Hälfte der Lieferung der gesamten französischen Teilnehmer und ist mehr als doppelt so beträchtlich als die jedes anderen Landes. In Fig. 7 ist der Platz, wo die vier deutschen Dampfdynamos aufgestellt sind, durch die römischen Ziffern *I* bis *IV* näher bezeichnet. Im Viereck *I* befindet sich eine liegende Dampfmaschine der *Vereinigten Maschinenfabrik Augsburg-Maschinenbaugesellschaft Nürnberg, A.-G.*, Werk „Augsburg“, von 2000 PS, welche direkt mit einer Einphasen-Wechselstrommaschine für 2200 Volt Spannung der *Helios-Elektrizitätsaktiengesellschaft*, Köln-Ehrenfeld (vgl. S. 258 d. Bd.), gekuppelt ist. Von derselben Maschinenbaugesellschaft befindet sich im Viereck *II* eine stehende, im „*Werke Nürnberg*“ erzeugte Dampfmaschine, die bei 94 Umdrehungen in der Minute 1500 PS leistet, und zwei Dynamomaschinen der *Elektrizitätsaktiengesellschaft vorm. Lahmeyer und Co.*, Frankfurt a. M., gleichzeitig direkt



Längsgalerie neben dem Elektrizitätspalais — Linker Flügel des Elektrizitätspalais (Kraftstation)

Fig. 15.

Linksseitige Fassade der Ausstellungsbauten am Marsfelde bei a b, Fig. 7.

antreibt, wovon die erstere eine 1500pferdige Drehstrommaschine von 5000 Volt Spannung, die zweite aber eine 500pferdige Gleichstrommaschine von 500 Volt Spannung ist. In *III* hat eine von *A. Borsig* ausgestellte, stehende Dreifach-Expansionsmaschine ihren Platz, welche eigentlich für 14 at gebaut ist, vorliegend aber nur mit 10 at Admissionsspannung arbeitet, wobei sie 2000 PS bei 83,5 Umdrehungen in der Minute leistet. Die damit gekuppelte Drehstromdynamomaschine von *Siemens und Halske* in Berlin ist für 2200 Volt und 50 Perioden in der Sekunde gewickelt und vermag bei induktionsfreiem äusseren Widerstand 2000 Kilo-Watt zu leisten. Im Raume *IV* endlich befindet sich eine dritte Dampfmaschine der *Vereinigten Maschinenfabrik Augsburg-Maschinenbaugesellschaft Nürnberg*, erzeugt im Werke *„Nürnberg“*, und mit 83 Umdrehungen in der Minute 2000 PS leistend, welche mit einer 1000pferdigen Gleichstromdynamo für 500 Volt und gleichzeitig mit einer 1000pferdigen Drehstromdynamo von 5000 Volt Spannung direkt gekuppelt ist. Die beiden letztgenannten Dynamos sind von der *Elektrizitätsaktiengesellschaft vorm. Schuckert und Co.*, Nürnberg, beigestellt.

Die allgemeine länderweise Verteilung des Raumes an die Aussteller der Gruppen *IV* und *V* (Maschinenbau und Elektrizität) ist in Fig. 7 durch die eingezeichneten Abgrenzungen und Ueberschriften gekennzeichnet. Fast das ganze eigentliche *Maschinenpalais*, sowie der linksseitige Flügel des *Elektrizitätspalais* blieb den Franzosen vorbehalten, deren Ausstellungsgebiet auf diese Weise etwas grösser bemessen ist, als das aller übrigen Länder zusammengenommen. Letzteren sind das *Zentralgebäude der Elektrizität* mit Ausnahme des Honoratiorensaals, dann zwei Drittel des Hauptpalais für Elektrizität, der sogen. *„30 m Galerie“*, und beiläufig der vierte Teil des *„Palais für chemische Industrien“* zugewiesen. Deutschland und Italien, die mit ihrem Raum das Auslangen nicht gefunden hatten, waren gezwungen, noch ein eigenes gemeinsames Nebengebäude für ihre Aussteller der Gruppe *IV* und *V* zu errichten, welches, wie Fig. 7 ersehen lässt, zwischen den Hauptbaulichkeiten und der *Avenue de Suffren* seinen Platz erhielt. Da auf den ausländischen Plätzen die Ausstellungsgegenstände aus den Gebieten des allgemeinen Maschinenbaues mit jenen aus dem Gebiete der Elektrizität gemeinsam untergebracht sind, gestattet die Vergleichung der Raumverhältnisse nach keiner Richtung hin irgend eine Schlussfolgerung, am allerwenigsten natürlich betreffs der Beteiligung der einzelnen Länder an der Energieerzeugung für den Ausstellungsbedarf. So sind beispielsweise die *Vereinigten Staaten von Nordamerika*, dann *Dänemark, Schweden* und *Norwegen* im Elektrizitätspalais räumlich sehr gut vertreten, während sie sich an der Stromlieferung für den allgemeinen Betrieb nicht beteiligen.

Es erübrigt endlich zum Abschlusse der vorstehenden Darlegungen hinsichtlich jener Baulichkeiten, welche die Ausstellungsgruppe *IV* und *V* enthalten, oder die die nächste Umgebung davon bilden oder unmittelbar mit denselben verbunden sind, noch einiges über die Ausführung nachzutragen, insoweit davon nicht ohnehin schon auf S. 101 ff. und 181 ff. d. Bd. die Rede gewesen ist. Es wäre diesfalls zuförderst daran zu erinnern, dass eine Hauptbedingung bei dem Entwurfe des Generalplanes der Ausstellungsgebäude am Marsfelde in der zweckmässigen Verwendung der alten, von der vorletzten Weltausstellung stehen gebliebenen Maschinenhalle bestand, die aber gleichzeitig aus dem Bilde, das man mit den neuen Bauwerken zu schaffen beabsichtigte, geschickt ausgeschieden werden sollte. Ursprünglich war von den Architekten einfach die Beseitigung des vorerwähnten, aus dem Jahre 1889 stammenden Bauwerkes, das an der *Avenue de la Motte Piquet* das Marsfeld über quer abschliesst und ein längliches Rechteck von 420 m Länge und 150 m Breite bedeckt, verlangt worden; aus naheliegenden praktischen Gründen entschloss man sich jedoch, von der Beseitigung abzusehen und lediglich die gegen das Innere des Marsfeldes zugekehrte Längsfront durch Verbauung unsichtbar zu machen. Auf Grund dieser Entschliessung wurden also die beiden Kesselhäuser und das Palais für Elektrizität mit seinen beiden Flügeln (vgl. Fig. 7) als Abschluss des Hufeisens, welches die neuen Bauten des Marsfeldes bilden, über quer vor die alte Maschinenhalle gebaut, welch letztere zur Aufnahme der Ausstellungsgruppen *VII* u. *X* (Landwirtschaft und Lebensmittel) und des bereits mehrfach erwähnten riesenhaften Fest- und Konzertsaals (vgl. Fig. 22 S. 183 d. B.) hergerichtet worden war.

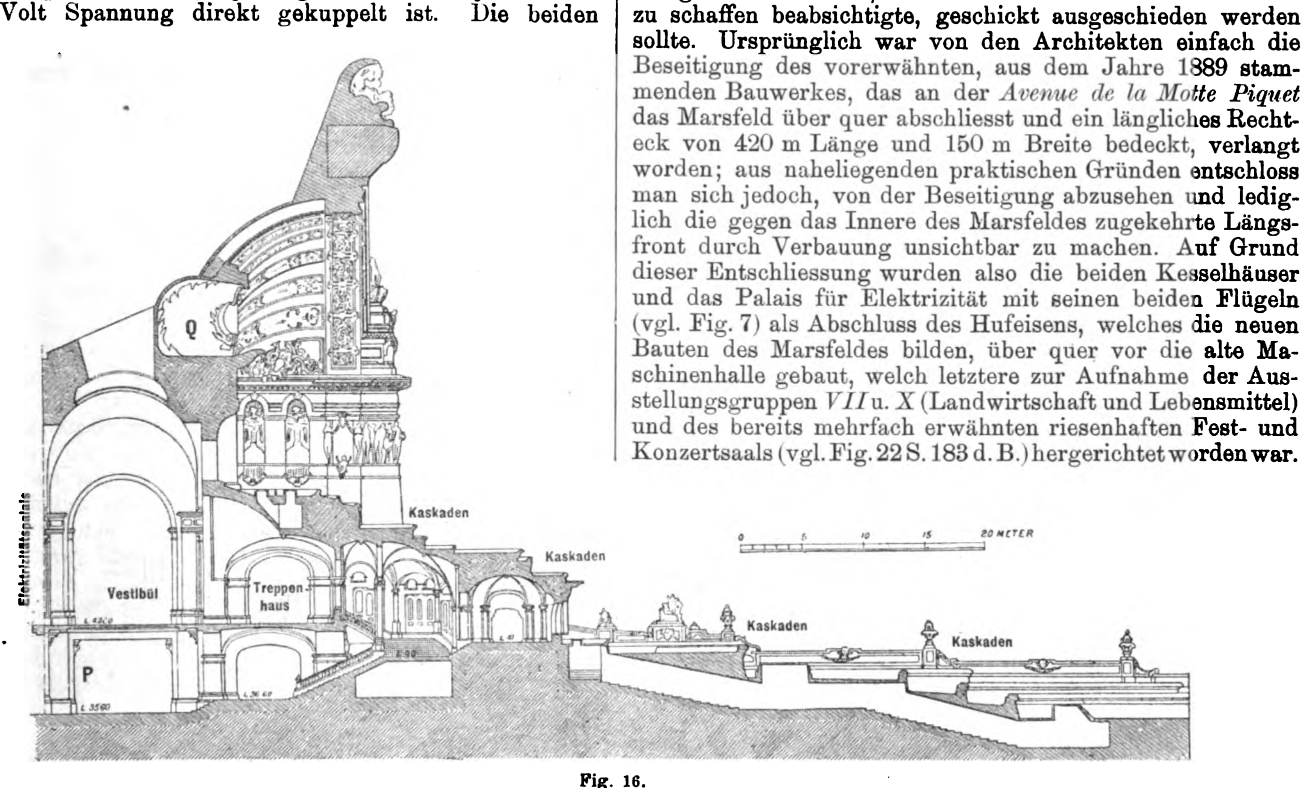


Fig. 16.
Querschnitt des Wasserschlosses mit dem Anschluss an das Elektrizitätspalais.

Wie die Verbindung der eben genannten beiden Baulichkeiten seitlich durchgeführt worden ist — wobei es sich auch noch darum handelte, das Kesselhaus zu maskieren —, lässt Fig. 15 ersehen. Von der alten Maschinenhalle, dem derzeitigen Palais für *„Ackerbau und Lebensmittel“*, führt ein 40 m langer, 9 m breiter, zweigeschossiger, verglaster Korridor bis zu einer ebenfalls 9 m breiten Quergalerie, welche zwischen dem Kraftstationsgebäude (vgl. Fig. 7) und dem Kesselhause parallel zur Breitenachse des Marsfeldes verläuft. In Fig. 15, wo das in Fig. 7 mit *a b* bezeichnete, der *Avenue de la Bourdonnais* gegenüberliegende Fassadenstück dargestellt erscheint, ist beiläufig nur $^1/_4$ des früher genannten Korridors ersichtlich gemacht. Es bedarf wohl kaum der Erwähnung, dass die Fassade auf der Seite der *Avenue de Suffren* in demselben Stücke der Seitenfront des Marsfeldes mit der in Fig. 15 ersichtlich gemachten vollkommen übereinstimmt. Gegen das Innere der Anlagen des Marsfeldes, nämlich in der Richtung des Eiffelturmes oder, allgemeiner gesagt, der *Seine* zu, hat aber das Elektrizitätsgebäude eine besondere, der übrigen Umgebung angepasste Fassade erhalten, deren Hauptcharakter seinerzeit durch Fig. 1 auf S. 249 d. Bd. angedeutet worden ist, und auf die hier später nochmals zurückgekommen werden wird.

Tritt man aus dem grossen Festsaal (vgl. Fig. 22 S. 183 d. Bd.) in das Elektrizitätspalais, so gelangt man fürs erste in einen besonderen, sechseckigen, mit einer

Galerie und einer Kuppel ausgestatteten Saalbau (Fig. 7), der nur zum Teil bestimmt ist direkten Ausstellungszwecken zu dienen, im wesentlichen aber eine Art *Foyer* für jene Ausstellungsbesucher bilden soll, welche in dem Palais für Elektrizität, in den Maschinenhallen, in den Kesselhäusern, in der Ausstellung für Ackerbau und Lebensmittel, kurz in der Nähe dieses Zentralpunktes beschäftigt sind. Dieser Kuppelbau, den man offiziell mit dem Namen *Salle d'Honneur* bezeichnet, weist nicht die Lichtfülle auf, wie die übrigen Teile des Elektrizitätspalastes, weil eben das Licht vorwiegend nur durch die Kuppeldecke einfällt und teilweise, namentlich gegen das Innere des Gebäudekomplexes zu, durch die Galerie verbraucht wird. Uebrigens sind daselbst die Verbindungen des Stahlblechfachwerkes, das sich auf zahlreiche schlanke Säulen stützt, wie Palmwedel verzweigt; dieselben bilden fächerartige Pendentifs, durch welche die Decken- und Kuppelkonstruktion ausserordentlich zierlich erscheint und einen ganz besonderen Reiz erhält. Eine interessante Eigentümlichkeit dieses hohen Kuppelbaues bildet die Anwendung breiter, aus gebogenen Stahlblechen hergestellter Strebepfeiler, welche zur Sicherung der Standfestigkeit als erforderlich erachtet und an der Aussenseite des Baues eingebaut worden sind. Diese Streben würden allerdings den architektonischen Eindruck des Saales wesentlich gestört haben, wenn sie im Inneren angebracht oder überhaupt sichtbar wären; man hat sie aber nicht nur aussen angebracht, sondern durch Nebenbauten so geschickt verkleidet, dass sie in allen den Ausstellungsbesuchern zugängigen Räumen völlig unsichtbar bleiben. Was dann die sich an den Ehrensaal anschliessenden Nebenbauten, sowie auch die beiden Flügel des Elektrizitätspalais anbelangt, so sind dieselben in ziemlich gewöhnlicher Art aus Stahlblechfachwerk durchgeführt; bei denselben ist zum grossen Teil das Altmaterial aus der sogen. 30 m Galerie der Ausstellung von 1889 zur Verwendung gekommen. In diesen Räumen wird ja, schon zufolge ihrer realistischen Ausnutzung, auf einen besonders künstlerischen Eindruck der baulichen Anordnung kein Anspruch erhoben, wo sich aber in dieser Richtung Wünsche geltend machen, bleibt es lediglich der örtlichen Dekoration überlassen, Abhilfe zu schaffen.

Was nun den bereits mehrfach erwähnten Mitteltrakt des Elektrizitätspalais betrifft, der dem Eiffelturm zugekehrt und mit einer glänzenden Fassade ausgestattet ist, so wird derselbe von der bekannten Firma *Baudet, Dinon et Co.* ausgeführt, der auch die Herstellung des Maschinenpalais (vgl. S. 101 d. Bd.) anvertraut war. Die besagte Fassade geht in der Mitte direkt in den Hintergrund des Wasserschlosses über und verläuft rechts und links in offene Arkaden, die sich in den Ecken des Hufeisens, welche die Ausstellungsbauwerke des Marsfeldes bilden (vgl. Fig. 7), mit den längs des Maschinenpalais und des Palais für chemische Industrie eintreffenden Loggiagängen vereinigen. Den Hauptteil der Fassade bildet eine Art Giebel aus je drei aneinander gegliederten, immer höher werdenden Bogen, die durch geschweifte Friese abgekrönt sind, und von rechts und links zwei breite Pylonen umfassen, zwischen denen ein von einer Atika überragter Portikus das abschliessende Mittelfeld (vgl. Fig. 1 auf S. 249 d. Bd.) ausfüllt. Dieser reichgegliederter, namentlich auch mit einer Menge von Beleuchtungskassetten und Aussparungen für Verglasungen und Scheinwerfer versehener Giebel des Elektrizitätspalais wird nicht aus Mauerwerk oder Gipsverkleidung hergestellt, sondern lediglich aus gehämmertem oder gepresstem Zinkblech. Jene Teile der Fassade, welche das Mittelmotiv des Wasserschlosses mehr oder minder überragen, ebenso die beiden seitlichen Arkaden erhalten mannigfaches Zierwerk aus farbigen Gläsern und keramischen Ornamenten. Im besonderen trägt der grosse Bogen im Mittelfelde des Giebels (Fig. 17) die in riesigen, bei Nacht in Glühlichtern erstrahlenden Ziffern ausgeführte Aufschrift „*1900*“ und die Atika darüber wird mit einer weithin sichtbaren allegorischen Figur aus getriebenem Kupfer geschmückt werden, welche den Genius der Elektrizität darstellt. Es ist dies eine jugendliche Gestalt, die die leuchtende Fackel des Fortschrittes schwingt. Alles in allem wird die in Rede stehende Fassade nach ihrer Vollendung, namentlich während der Beleuchtungszeit, einen ebenso schönen als eigentümlichen, feenhaften Eindruck gewähren, der jenem des Wasserschlosses vollkommen angepasst sein wird. An die eben geschilderte Mittelfront des Elektrizitätspalais schliesst sich also unmittelbar die in Fig. 16 im Querschnitte veranschaulichte Baulichkeit des sogen. *Chateau d'Eau* an, deren mittlere Längsachse mit jener des Marsfeldes zusammenfällt. Den obersten Hauptteil des Wasserschlosses bildet eine halbkreisförmige, 33 m breite, 12 m tiefe Nische, welche sich mit dem Obergeschoss des Elektrizitätspalais in gleicher Höhe befindet. An diese Nische schliesst sich eine Reihe von Kaskaden, die in ein grosses Bassin endigen, das im natürlichen Bodenniveau des Marsfeldes liegt, und sich hier so weit zwischen den rechts und links aufgeführten Ausstellungspalästen erstreckt, dass die Gesamtlänge der Bauwerke der Wasserkunst

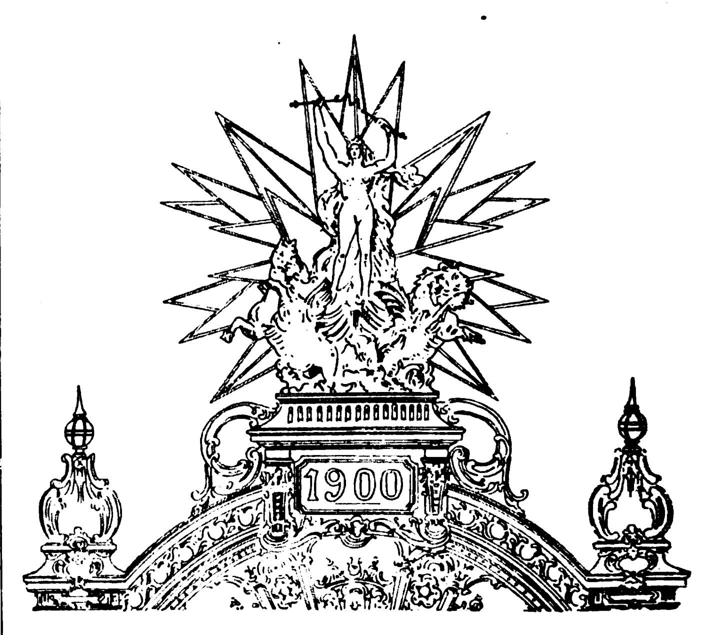


Fig. 17.
Abkrönung an der Giebelspitze des Elektrizitätspalais.

117 m beträgt. Von dem Nischenraume Q aus, wohin durch ein am Seineufer errichtetes Druckwerk das Speisewasser für die Springbrunnen und Kaskaden mittels zweier Rohrleitungen geschafft wird, fallen die bewegten Wasser über 18 verschieden hohe, innerhalb einer Länge von 65 m verteilte Stufen fast genau um 30 m. Diese ganze Anlage ist übrigens von der Vollendung noch ziemlich entfernt und weist im allgemeinen nur langsame Baufortschritte auf, weil ausschliesslich Handarbeit aufgewendet wird. Abgesehen von den Hauptpfeilern, die teils aus solidem Mauerwerk, teils aus Eisenfachwerk mit armierter Cementgussverkleidung bestehen, ist der ganze Bau des Wasserschlosses aus Holz gezimmert, das mit Cementstuck maskiert wird. Natürlich bringt man diese Bauweise in einer Art zur Anwendung, dass sie sich für die kurze Zeit, in welcher das Bauwerk seinen Dienst leisten soll, als reichlich stark genug erweisen wird. Wer aber zu der Zeit, wo dieser Wald von Hölzern noch nicht durch seine künstliche Steinverkleidung den Blicken entzogen war, das Wasserschloss besichtigte, dem drangen sich gewiss unwillkürlich bange Gedanken über die Gefahren auf, welche an dieser Stelle ein Brand heraufzubeschwören geeignet wäre, bevor alle diese Becken mit Wasser gefüllt und hierdurch mindestens nach unten hin feuersicher gemacht sind.

Primosigh's Distanzmesser.

Es sind schon vielfach Versuche angestellt worden, optische Distanzmesser ohne Latte derart zu konstruieren, dass dieselben einfach im Gebrauche und dennoch möglichst genau funktionieren; es existieren wohl auch Vorrichtungen, welche diesen Zweck verfolgen, von denen besonders *Bauernfeind*'s Spiegelsextant hervorzuheben ist, die jedoch wegen ihrer teilweise zu komplizierten Anordnung oder zu grosser Ungenauigkeit bis jetzt praktisch nicht zur Verwendung kamen.

Nachfolgend soll eine theoretisch richtige, in der Handhabung einfach erscheinende Konstruktion eines optischen Distanzmessers beschrieben werden. Demselben liegt folgende Idee zu Grunde:

Denken wir uns den Punkt A (Fig. 1) vom Fernrohre B in dessen Fadenkreuz anvisiert und verdrehen wir alsdann

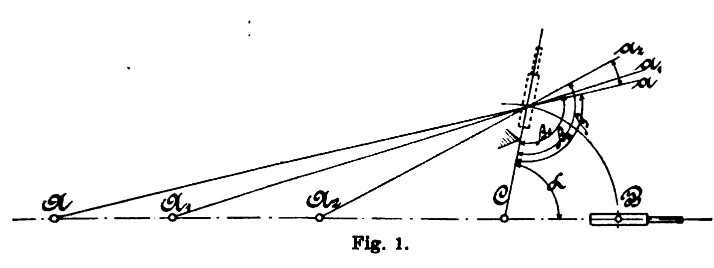


Fig. 1.

das Rohr um den in der Fernrohrachse liegenden Punkt C, und zwar um einen bestimmten Winkel α, so wird der Punkt A nur dann wieder im Fadenkreuze sichtbar sein, wenn wir das Fernrohr um seine vertikale Achse so lange verdrehen, bis der Punkt A im Fadenkreuze erscheint. Es schliesst dann die Fernrohrachse mit der ursprünglichen den Winkel β ein.

Befände sich Punkt A an der Stelle des Punktes A_1, so wäre nach der Verdrehung des Fernrohres um den festen Punkt C eine grössere Verdrehung desselben um dessen vertikale Achse nötig, bevor der Punkt A_1 wieder im Fadenkreuze sichtbar würde, d. h. der Winkel $\beta_1 > \beta$. Wenn man nun den Ausschlag ($\beta\, \beta_1\, \beta_2$) der Punkte $A\, A_1\, A_2$, welche sich vom Fernrohre in bestimmten Entfernungen befinden, mittels eines Zeigers, der am Fernrohr angebracht ist, auf eine in der Achse des Fernrohres feste Scheibe (Striche $a\, a_1\, a_2$) anreisst, so wird natürlich der Zeiger nach dem zweiten Verdrehen des Fernrohres beim Anvisieren eines beliebigen Punktes nur dann entweder auf den Strich $a\, a_1\, a_2$ zeigen, wenn der anvisierte Punkt so weit vom Fernrohre entfernt ist, wie $A\, A_1\, A_2$.

Man wird nun zweckmässig die Teilscheibe derart einteilen, dass die Teilung einer Entfernung in Metern entspricht; d. h. es wird bis zu einer gewissen Grenze jeder Teilstrich 1 m bedeuten.

Der Distanzmesser (Fig. 2) selbst dürfte folgendes Aussehen und Konstruktion haben:

a = astronomisches oder terrestrisches Fernrohr; dasselbe ist um die Achse A horizontal drehbar.

b = präzise Einstellvorrichtung, z. B. mittels steten Federdrucks auf den Stift von x aus (Schwenkungsbegrenzung).

c = Zahn- oder Reibungsräder.

d = Zeiger, der durch c auf den Nullpunkt der Scheibe e zeigt.

e = Teilscheibe mit Griff e_1.

f = Linse (Mikroskop).

g = Hebel mit Einstellung g_1, etwa 400 bis 500 mm lang, der sich um die vertikale Achse B und mit dieser um die horizontale Achse C dreht, um auch Messungen nach auf- und abwärts zu bewerkstelligen.

h = Keil an der Stativscheibe; h_1 Begrenzung des Hebels g.

i = Befestigungsschraube.

k = Stativ.

l = eventuelle Dosenlibelle.

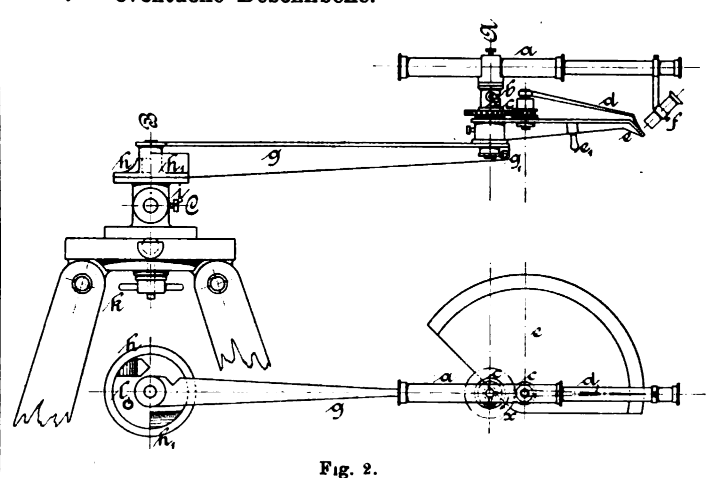


Fig. 2.

Anwendung: Das Fernrohr und der Zeiger werden durch die Einstellvorrichtung b stets derart gehalten, dass der Zeiger d auf den Nullpunkt der Scheibe e zeigt.

Um einen Punkt anzuvisieren, verdreht man mit dem Griffe e_1 Scheibe, Zeiger und Fernrohr so lange, bis der anvisierte Punkt im Fadenkreuze erscheint. Hierbei war selbstredend der Hebel g an der Begrenzung h_1 angelegt.

Nun verdreht man das Fernrohr mit dem Hebel g um die Achse B, bis sich derselbe in die Begrenzung h einlegt, worauf man das Fernrohr mit der Hand und der Präzisionseinstellung g_1 so lange dreht, bis der anvisierte Punkt wieder im Fadenkreuze erscheint. Hierauf liest man mittels der Lupe f die Entfernung direkt ab. Die Zahn- oder Reibungsräder c haben lediglich nur den Zweck, selbst die kleinsten Drehunterschiede des Fernrohrs mittels ihrer Uebersetzung deutlich zu zeigen. *Primosigh.*

Untersuchung von Fahrrädern.

Von **J. Hammer**, Ingenieur am Bayerischen Gewerbemuseum in Nürnberg.

In der technologischen Versuchsstation des Bayerischen Gewerbemuseums in Nürnberg wird bei der Untersuchung von Fahrrädern eine Methode angewandt, die neben einfachster Versuchsausführung sehr zuverlässige Resultate erzielen lässt. Die Einführung dieser Methode stammt von *E. Rasch*, Oberingenieur an genanntem Institut.

Alle bisher bekannten Vorrichtungen leiden an dem gemeinsamen Uebelstande, dass sie das Güteverhältnis nicht unter den Bedingungen angeben, welche der Verwendung des Fahrrades direkt entsprechen.

In folgendem soll die Versuchsausführung näher erläutert werden. Die zu untersuchenden und miteinander zu vergleichenden Fahrräder nennen wir kurzweg A und B.

Der Vergleich zwischen den Reibungswiderständen des Fahrrades A und des Fahrrades B wird wie folgt ausgeführt.

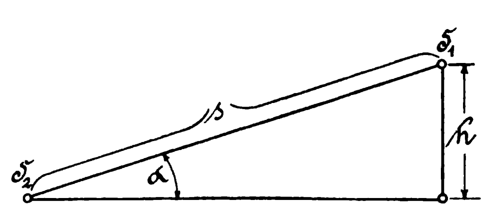
Auf einer chaussierten Strasse, deren Gefäll man festgestellt hat, wird eine Strecke s abgesteckt. Die beiden zu vergleichenden Räder werden in Station S_1 derart aufgestellt, dass die Vorderradachse über der Nullmarke S_1 liegt. Sodann lässt man die Räder mit einem geübten Fahrer ohne Gebrauch der Pedale, sowie der Bremsen, auf einer vorgezeichneten Spur abrollen.

Die Zeit t vom Ablassen des Fahrrades in Station S_1 bis

zum Durchgang durch Station S_2 wird mit Hilfe eines Chronometers genau bestimmt.

Es lässt sich bei dieser Versuchsanordnung allerdings nicht vermeiden, dass beide Räder bis zur Erlangung grösserer Geschwindigkeiten eine etwas wacklige Spur verfolgen, zumal da die Räder von Station S_1 ohne jede Beschleunigung (Stoss u. s. w.) abgelassen werden. Da beide Räder demselben Umstand in gleichem Masse ausgesetzt sind, ist der Einfluss auf das Endresultat belanglos.

Diese Versuche des Abrollens der Räder führt man zweckmässig mit und ohne Triebkette aus. Vor der Versuchsausführung



sind die Pneumatiks gleichmässig fest aufzupumpen und das Gewicht der Räder auszugleichen.

Aus einer Reihe von Versuchen bestimmt man nun die mittlere Zeit t, welche das abrollende Rad zum Durchlaufen der Strecke s erforderte, und hieraus die mittlere Geschwindigkeit v in Metern pro Sekunde, dann ist

$$v = \frac{s}{t}.$$

Um einen Ueberblick über die Reibungsarbeit im Vergleich zur aufgewandten Gesamtarbeit zu erhalten, ist zu beachten, dass der eine schiefe Ebene ohne jede Reibung herabrollende Körper einen Weg s durchläuft, der sich aus der Formel

$$s = \frac{1}{2} g \sin \alpha \, t_0^2$$

berechnet, wobei zu setzen ist

$g = 9.81$ (Beschleunigung durch die Schwerkraft),
s = die durchlaufene Strecke in Meter,

$$\sin \alpha = \frac{h}{s}.$$

Hieraus berechnet sich

$$t_0 = \sqrt{\frac{2s}{g \cdot \sin \alpha}} \text{ Sekunden.}$$

Beim Herabrollen des Rades von S_1 auf das um h Meter tiefer gelegene Niveau S_2 wird nun eine Arbeit von $G . h$ Meterkilogramm geleistet.

Die Arbeit pro Zeiteinheit ergibt sich dann aus

$$L^1 = \frac{G . h}{t^1}$$

in Meterkilogramm pro Sekunde, wobei für t^1 die experimentell ermittelte Zeit und für G das Gewicht des Rades mit dem Fahrer einzusetzen ist.

Wäre nun die Reibung der Achsen und der Pneumatiks gleich Null, so erhält man für die Sollarbeit in der Sekunde

$$L_0 = \frac{G . h}{t_0} = \frac{G . h}{\sqrt{\frac{2s}{g . \sin \alpha}}}.$$

Nach diesen beiden Formeln werden aus diesen experimentell bestimmten Werten die Sollarbeiten L_0 und die wirklich ermittelten Arbeiten L^1 berechnet.

Der Nutzeffekt η wird dann

$$\eta = \frac{L^1}{L_0} . 100$$

in Prozenten, aus welchem Ausdruck die Reibungsarbeit ohne weiteres ermittelt werden kann.

Danilewsky's neuer lenkbarer Flugapparat.

Einem demnächst auch in deutscher Uebersetzung erscheinenden Buche von Dr. *Danilewsky*, in dem er die Entwickelung seines Flugprinzipes schildert und eine theoretische Begründung desselben gibt, entnehmen wir im nachstehenden die interessanteren Mitteilungen über den Werdegang seines schon 1898 **310** * 161 und S. 83 d. B. beschriebenen Apparates.

Dr. *Danilewsky* schreibt seinem Apparat gegenüber ähnlichen Konstruktionen die folgenden Vorzüge zu:

1. Sein Flugapparat gibt die Möglichkeit, durch ein äusserst einfaches Mittel leichte Aufstiege bis auf eine erwünschte Höhe und ganz gefahrlose Niedergänge in beliebiger Anzahl zu bewerkstelligen, ohne Ballast abzuwerfen oder Gas ausströmen zu lassen.

2. Es ist die Möglichkeit gegeben, den Flug bei Windstille oder bei schwachem Winde aktiv zu leiten.

3. Der Apparat ermöglicht, nach Belieben in den verschiedenen Luftschichten den günstigen Wind herauszufinden und denselben zu benutzen.

4. Es ist möglich, den Apparat, sobald die erforderlichen Vorbereitungen getroffen sind, täglich, zu jeder Stunde, während 8 bis 9 Tage zu benutzen, und endlich

5. In Anbetracht dessen, dass der Apparat billig, tragbar, gefahrlos und von einfacher Konstruktion ist, kann man denselben bequem im praktischen Leben verwenden.

Ueber den Gang der Entwickelung seiner Erfindung teilt uns Dr. *Danilewsky* folgende interessante Einzelheiten mit:

Schon als Student verfolgte mich die Idee, einen Luftschiffapparat zu bauen.

1894 fasste ich den Mut, ein kleines Modell anzufertigen. Es schwebte gehorsam nach allen Richtungen hin, ganz nach meinem Belieben. Viele sahen es, aber es fand sich keiner, der mich durch die Wellen des Zufalls und des Wagespiels begleiten wollte. Im Jahre 1897 fand ich *A. A. Pilstrem*, welcher den Mut hatte, diese Erfindung materiell zu unterstützen, indem er diesen Beistand als eine humane Pflicht ansah.

In demselben Jahre wurde der erste Versuch mit einem wirklichen Flugapparate gemacht. Der Ballon wurde 5 Tage lang mit Wasserstoff gefüllt. Der Versuch gelang; es wurde eine Anzahl von Aufsteigungen und Niedergängen gemacht. Die Idee erwies sich als richtig.

Aber das Schicksal wollte mich nicht mehr als einmal begünstigen und eröffnete mir keine weitere Aussicht; ich blieb isoliert, und allein fuhr ich in meiner Arbeit fort. Im Jahre 1898 fing ich an, mich mit mehr Entschlossenheit und Sicherheit zu weiteren Versuchen vorzubereiten.

Der Mechanismus des Apparates von 1897 hatte sich als zu schwer erwiesen; 1898 machten wir ihn leichter, indem Aluminium-Stahlröhren zur Anwendung kamen. Die netzartige Bekleidung des Ballons war zu schwer und nutzlos; wir verwarfen dieselbe ganz. Die Flügel waren sehr plump, schwer und entfalteten sich zu langsam in der Luft; wir machten sie leichter und an Umfang kleiner; sie konnten nun jalousieartig geöffnet und geschlossen werden.

Die Versuche vom Jahre 1898 waren zahlreich, inhaltsreich und lieferten ein reiches Material für meine späteren Arbeiten. (Vgl. *D. p. J.* 1898 **310** * 161.) Ich hatte nur einen Umstand zu beklagen: meine Mittel gestatteten mir nicht, gleichzeitig mehrere Flugapparate verschiedener Systeme zu konstruieren, um eine Reihe von vergleichenden Versuchen anzustellen, und, so zu sagen, mit einem Schlage die positiven und negativen Seiten meines Flugapparates aufzudecken.

Im August desselben Jahres hielt ich über meine Arbeiten einen Vortrag auf dem Naturforscher- und Aerztekongress in Kiew in der Subsektion für Luftschiffahrt, aber mein Vortrag blieb beinahe unbeachtet.

Inzwischen erweckten meine Versuche die Aufmerksamkeit verschiedener Personen, welche begannen, meine späteren Arbeiten mit Interesse, aber schweigend zu verfolgen. Natürlich fanden sich Kritiker, welche meine Arbeit, die noch „auf halbem Wege“ war, als etwas in seiner Art Vollendetes ansahen und sich beeilten, dieselbe zu diskreditieren. Man sagte, dass diese Erfindung nichts Interessantes und Neues biete, dass mein Flugapparat „keine Vorzüge“ (!) vor dem gewöhnlichen Ballon aufzuweisen habe, dass der Ballon alt und seit langer Zeit bekannt sei, dass man schon mehrfach Flügel angewendet habe und dass die Idee selbst nicht neu sei.

Alles dies konnte mich nicht anfechten. Ich wusste, dass die Kritiker eine „kleine“ Neuerung ausser acht gelassen hatten, welche darin bestand, dass nicht ein Modell, sondern ein wirklicher Flugapparat vom grösseren Gewichte als die Luft thatsächlich zum ersten Male aufgestiegen war und laviert hatte. Ich wusste, dass dieser Apparat in sich als Keim alle Vorbedingungen für seine spätere schnelle Entwickelung trage und dass diese Entwickelung nur eine Frage der Zeit sei.

Der Apparat des Typus von 1898 befriedigte mich jedoch nicht, denn: 1. die Handhabung der Flügel war für den Luftschiffer ermüdend; 2. das Schwingen der Flügel nahm zu viel unproduktive Zeit für deren Hebung in Anspruch; 3. der Flügelschlag auf die Luft beanspruchte einen unproduktiven Verlust an Kraft für das Spannen der Springfedern zum Heben der Flügel; 4. der Ballon verbrauchte in seiner horizontalen Lage einen grossen Teil der Arbeit des Luftschiffers, indem er im Momente des Aufstiegs als ein recht ungünstiges Segeln gegen den Wind erschien u. s. w.

Ein neuer Typus von einem Flugapparate fing allmählich an, sich in meinem Geiste zu kombinieren und ich schritt an seine Verwirklichung. Die Grundsätze dieses neuen Flugapparates von 1899 sind folgende:

Der allgemein gebräuchliche Typus des lenkbaren Flugapparates mit Ballon stellt einen horizontal angelegten Ballon dar. Der allgemeinen Ansicht der Spezialisten gemäss verlangt eine solche Konstruktion unbedingt einen kräftigen und leichten mechanischen Motor, welcher leider bis jetzt noch nicht existierte. Die Verwendung aber einer so schwachen und unbedeutenden Kraft, wie die des Menschen, würde bei einem solchen Systeme keine Wirkung hervorbringen. Das alles unterliegt keinem Zweifel.

Ich dachte mir nun: Derjenige Flugapparat, welcher mit einer kleinen bewegenden Kraft in einer befriedigenden Weise arbeiten wird, muss unbedingt bei weitem besser mit einem viel kräftigeren Motor funktionieren.

Der Apparat, welchen ich in diesem Jahre (1899) konstruiert habe, besteht aus drei Grundelementen: 1. dem Motor *a*; 2. dem Ballon *b* und 3. der Aëroplane *c c*. Deren gegenseitige Stellung zu einander erhellt aus Fig. 1.

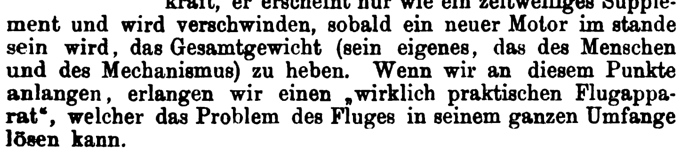


Fig. 1.

Als Motor kann ein jeder, zu diesem Zwecke geeignete mechanische Motor dienen, und, falls ein solcher fehlt, der Mensch selbst. Den führenden Mechanismus können die Flügel oder eine Propellerschraube bilden.

Wenn der Mensch auf die Flügel oder auf die Schraube einwirkt, so kann er nur einen Teil seines Gewichtes zum Steigen bringen; es ist daher augenscheinlich, dass, um sich in die Atmosphäre zu heben, es ihm unvermeidlich sein wird, sein übriges Gewicht auszugleichen, was durch Anbringung einer Aufsteigungshilfskraft in der Gestalt eines mit Wasserstoff gefüllten Ballons erlangt wird. Dieser Ballon ersetzt nur dem Motor (dem Menschen) seine mangelnde Hebekraft, er erscheint nur wie ein zeitweiliges Supplement und wird verschwinden, sobald ein neuer Motor im stande sein wird, das Gesamtgewicht (sein eigenes, das des Menschen und des Mechanismus) zu heben. Wenn wir an diesem Punkte anlangen, erlangen wir einen „wirklich praktischen Flugapparat", welcher das Problem des Fluges in seinem ganzen Umfange lösen kann.

Ich benenne das durch den Ballon gehobene Gewicht, um kurz zu sein, „passives Gewicht", das aber durch die Arbeit des Motors (des Menschen) gehobene, „aktives Gewicht".

Das „aktive Gewicht" ist der Fundamentstein des ganzen Prinzipes des in Frage stehenden Flugapparates, und je grösser es sein wird, desto vollkommener wird der Apparat werden. Indem das „aktive Gewicht" durch die Arbeit des Motors emporgehoben wird, vermehren wir den Vorrat der potenziellen Energie, die, wenn derselbe niedergeht, sich in kinetische Energie (lebendige Kraft) verwandelt.

Während der ganzen Zeit, wo der Motor das „aktive Gewicht" emporhebt, oder es in der Luft equilibriert, wird im ersten Fall der Apparat fortfahren zu steigen, im zweiten Fall bleibt er im Gleichgewicht. Vom Momente an, wo der Motor, nachdem er das „aktive Gewicht" emporgehoben hatte, seine Arbeit abbrechen wird, geht der Apparat zur Erde nieder, da er der Thätigkeit einer Kraft unterworfen ist, die mit dem „aktiven Gewichte" gleichwertig ist.

Die nächste zu lösende Aufgabe bestand darin, die Arbeit des Motors günstigeren Bedingungen für das vollständigste Utilisieren seiner Kraft zu unterwerfen. Die einfachste Ueberlegung bringt uns auf den Gedanken, dass die beste Form für dieses volle Utilisieren darin bestehe, dass man seine Arbeit ausschliesslich auf das Emporheben des „aktiven Gewichtes" konzentriere. Dieser so einfache Grundsatz ist für den in Frage stehenden Flugapparat als Basis angenommen worden.

Indem man von diesem Grundsatze ausgeht, muss man sich zuerst bemühen, alle damit nicht zusammenhängenden Umstände zu entfernen, welche auf die eine oder die andere Weise die vollständig nützliche Durchführung der Arbeit des Motors beeinträchtigen könnten. In dieser Beziehung ruht das hauptsächlichste Hindernis in der horizontalen Lage des Ballons, d. h. in seiner oberen Fläche, die beim Aufstiege einem grossen Luftwiderstande begegnet. Die Versuche von 1898 haben mir bewiesen, dass vielleicht ein grosser Teil der Arbeit des Motors durch die nachteilige Segelung des Oberteils des Ballons nutzlos verbraucht wird.

Die vertikale Lage des Ballons mit der oben zugespitzten Vorderseite präsentiert sich dagegen als die einfachste Lösung dieser Aufgabe: der Widerstand der Atmosphäre, welchen er beim Aufsteigen trifft, wird dabei der geringste sein. Die weitere Verringerung des Widerstandes bei einem vertikalen Ballon wird sich in unvermittelter Abhängigkeit von der Verringerung seiner Querschnitte befinden; praktisch wird diese Verringerung selbstverständlich durch seine Oberfläche und sein Gewicht begrenzt.

Die durch die Versuche bestätigten theoretischen Erwägungen zeigen, dass die Konzentrierung der Arbeit des Motors für das Emporheben des Gewichtes und die vertikale Lage des Ballons die Bedingungen bilden, welche für einen vorteilhaften Aufstieg des Flugapparates, welcher schwerer als die Luft ist, erforderlich sind.

Der aufgestiegene Apparat wird, sobald die Arbeit des Motors aufhört, gleich einem frei fallenden Körper in einem widerstehenden Medium, beginnen, mit steigender Schnelligkeit zur Erde zu fallen. Auch in diesem Falle wird der Ballon zum Gegenwinde schon mit seiner unten zugespitzten Vorderseite gekehrt sein und folglich verhältnismässig die am wenigsten eine nachteilige Segelung vorstellen.

Je grösser das „aktive Gewicht" des Apparates ist, und je bedeutender die Höhe sein wird, von der derselbe zu fallen beginnt, desto grösser wird die potenzielle Energie des Apparates sein, und folglich kann auch die kinetische Energie während des Falles grösser werden, so dass unter gewissen Bedingungen die Bewegung des Apparates eine durchaus schnelle werden und das Leben des Menschen wie auch die Erhaltung des Apparates gefährden kann. Diese Schnelligkeit beim Niedergange kann indessen in eine geregelte mittels einer Fallschirmaëroplane umgewandelt werden. Die Rolle der Aëroplane ist dabei klar und bedarf daher keiner Erörterung. Nachdem man sich die Mechanik der Bewegung beim Aufstiege und beim Niedergange des Apparates klar gemacht hat, erweisen sich alle übrigen Formen des Fluges: des progressiven Fluges, des Fluges gegen den Wind u. s. w., als logische Folgen für die Ausnutzung dieses fundamentalen Prinzipes.

Der Klarheit wegen werde ich den ganzen Flug des Apparates in getrennten Momenten und jeden an und für sich analysieren. Diese Momente sind folgende:

1. Aufstieg des Apparates in die Luft.
2. Vertikaler Niedergang.
3. Untersuchung der günstigen Winde und Festhaltung des Apparates in der Luft im Gleichgewicht (in einer vertikalen Ebene lavierend).
4. Progressiver Flug bei ruhigem Wetter (in einer horizontalen Ebene lavierend).
5. Progressiver Flug gegen den Wind.
6. Beständige Beibehaltung der Gleichgewichtslage des Apparates.
7. Das Gesamtbild des Fluges im allgemeinen.
8. Der praktische Flug des Menschen.

Der Leser kann nach dem oben Gesagten erkennen, unter welchen Bedingungen man die vorteilhaftesten Aufstiege des Apparates in die Luft erlangen kann. Daraus folgt, dass dieser Aufstieg durchaus vertikal geschehen muss. Nur unter dieser Bedingung ist es möglich, den grössten Nutzen von der Arbeit des Motors zu ziehen und das „aktive Gewicht" bis zur grösseren Höhe zu heben. Jeder Versuch, von dem vertikalen Aufstiege abzuweichen, um dem Apparate gleichzeitig eine progressive Bewegung in der horizontalen Richtung zu geben, wird eine Erhöhung der Arbeit des Motors nach sich ziehen, die erforderlich sein wird, um das „aktive Gewicht" zu einer gegebenen Höhe emporzuheben.

Beim Aufstiege zu einer grösseren Höhe muss der Motor in einer viel verdünnteren Atmosphäre arbeiten und daher auch eine um so höher gespannte Aufsteigungskraft entwickeln, je bedeutender die vom Aëronauten zu erreichende Höhe ist.

Während des Aufstieges des Apparates muss die Aëroplane den möglichst geringen Widerstand der ihr begegnenden Luft bieten. Zu diesem Behufe besteht die Aëroplane in dem erwähnten Apparate aus einer Reihe von drehbaren Jalousien, die man unter einen beliebigen Winkel stellen kann. Ein Handgriff setzt alle Jalousien mit dem Rande gegen den Wind und automatisch werden dieselben während der ganzen Dauer des Fluges festgehalten.

Ganz ebenso wie die bewegende Kraft des Motors und des Ballons während des Aufstieges des Apparates die hauptsächlichste Rolle spielt, werden diese Rolle beim Niedergange das „aktive Gewicht" und die Aëroplane übernehmen. Wie schon oben gesagt wurde, beginnt der Apparat, wenn die Arbeit des Motors aufhört, zur Erde niederzugehen durch die Wirkung einer Kraft, die mit dem angesammelten „aktiven Gewicht" gleichwertig ist.

Es lässt sich erkennen, wie wichtig die Notwendigkeit ist,

die den Apparat zum Niedergange treibende Kraft, besonders bei dem progressiven Flug in horizontaler Richtung, zu erhöhen. Man kann diese Erhöhung erreichen, wenn man den Motor (oder genauer — den Beweger) zwingt, in der entgegengesetzten Richtung sich zu drehen, als die, in welcher er sich beim Aufstiege drehte.

Jeder führende Mechanismus — und um so mehr eine Propellerschraube — kann für die Ausführung dieser Funktion stets geeignet gemacht werden.

Der führende Mechanismus des Typus von 1899 war gerade in dieser Weise konstruiert und richtete seine bewegende Kraft je nach dem Willen des Aëronauten mittels einer einfachen Drehung des Handgriffes nach oben, nach unten, vorwärts und rückwärts.

Die neue Triebkraft, welche sich während der entgegengesetzten Thätigkeit des Motors, während des Niederganges, entwickelt, werde ich „aktives latentes Gewicht" benennen.

Der Mensch, der mit dem führenden Mechanismus zum Aufstiege und Niedergange arbeitet, kann im letzteren Falle die Kraft, welche den Apparat zum Sinken treibt, verdoppeln, da das „aktive latente Gewicht" dem „aktiven Gewichte" bei der Unveränderlichkeit der Arbeitsbedingungen des Menschen gleich sein kann.

Die Versuche des bekannten gelehrten Aëronauten *Otto Lilienthal* haben gezeigt, dass der Mensch durch die auf die Flügel ausgeübte Thätigkeit seiner Muskeln bis 40 kg emporheben kann, d. h. ungefähr die Hälfte seines eigenen Gewichtes, folglich kann man annehmen, dass der Mensch 15 bis 20 kg mit Leichtigkeit emporheben kann, und wenn der Apparat niedergeht, kann er mit einer 30 bis 40 kg gleichen Kraft fallen, — auf Grund der Bewegung des Motors in entgegengesetzter Richtung. Der Ernst der Rolle, welche dieser Zuwachs der Kraft des Niederganges spielt, erhellt aus folgendem.

Um beim Niedergange des Apparates zur Erde einen Stoss zu vermeiden, benutzt man die Aëroplane, indem man dieselbe in einen Fallschirm verwandelt. Zu diesem Behufe stellt man die Jalousien des Apparates durch eine Drehung des Handgriffes horizontal. Infolgedessen verwandelt sich das Fallen des Apparates mit beschleunigter Schnelligkeit in ein Sinken mit nahezu ausgeglichener Geschwindigkeit. In einigen Fällen wird es aber genügen, einige Rückdrehungen der Schraube oder der Flügel auszuführen (Rückschlag).

Das Manövrieren während des Aufstieges, um günstige Winde aufzufinden, gehört zu den einfachsten Handhabungen dieses Apparates. Die Thatsache, dass der Aufstieg des Apparates in die Luft ausschliesslich von der durch den Motor erzeugten Steigkraft abhängt (im vorliegenden Falle die des Menschen), macht es erklärlich, dass, indem man diese Kraft verringert, man den Apparat in jeder Höhe nach Belieben equilibrieren und sich ausserdem der Aëroplane bedienen kann, wobei man dieselbe in einen Fallschirm verwandelt.

Die Leichtigkeit des Manövrierens mit diesem Apparate während der Auf- und Niedergänge, ohne das Abwerfen von Ballast und das Ausströmenlassen von Gas einerseits, und andererseits der geringe Aufwand der Arbeit des Motors, um den Apparat in der gewünschten Höhe zu erhalten, das alles soll die Basis für die ausgedehnteste und gebräuchlichste Anwendung dieses Flugsystemes für des Menschen Reisen in der Luft und ganz besonders für dauernde Fahrten sein.

Der Flugapparat vom Jahre 1899, an welchem ich auch noch gegenwärtig arbeite, ist schon durch seine Natur durchaus nicht für aktive, horizontal progressive Flüge geeignet. Der vertikal gestellte Ballon bietet mit seiner Seitenfläche einen grossen Widerstand dem Gegenwinde, daher muss das für die Verrückung des Apparates gewöhnlich angewendete System vollständig aufgegeben werden.

Der progressive Flug in der horizontalen Richtung[1]) beginnt vom Momente an, in welchem der in die Luft gehobene Apparat zur Erde niederzugehen beginnt. Die Erlangung der horizontal-progressiven Bewegung beim Fallen hat der Apparat der Aëroplane zu verdanken. Hierzu genügt es, alle Jalousien der Aëroplane durch eine Drehung des Handgriffes in einen gewissen Winkel zur Vertikalen zu bringen; dann verändert sich beim Niedergange des Apparates ein gewisser Teil des Widerstandes, der auf die Aëroplane wirkt, in die in horizontaler Richtung propellierende Kraft.

Mit der Erweiterung der Neigung des Winkels der Jalousie zum Horizonte, wird sich die Linie des progressiven Niederganges, während das „aktive Gewicht" dasselbe bleibt, der vertikalen Linie nähern, und umgekehrt. Wenn aber der Neigungswinkel der Jalousie unverändert bleibt, vollzieht sich der progressive Niedergang mit um so grösserer Geschwindigkeit, je grösser das „aktive Gewicht" ist.

Auf diese Weise wird der Neigungswinkel des Apparates zur Erde und die Geschwindigkeit dieses progressiven Niederganges von zwei Faktoren und ihrer wechselseitigen Beziehung, von der Grösse des „aktiven Gewichtes" und dem Neigungswinkel der Jalousie, abhängig sein.

Der Apparat, der sich jetzt unter dem Einflusse der beiden Kräfte befindet: des Gewichtes p und der propellierenden Kraft der Aëroplane r, sinkt nach der Resultante dieser beiden Kräfte s (Fig. 2).

Die Erfahrung hat bestätigt, dass wenn die Jalousien der Aëroplane unter einen gewissen Winkel (theoretisch 3 bis 15°)

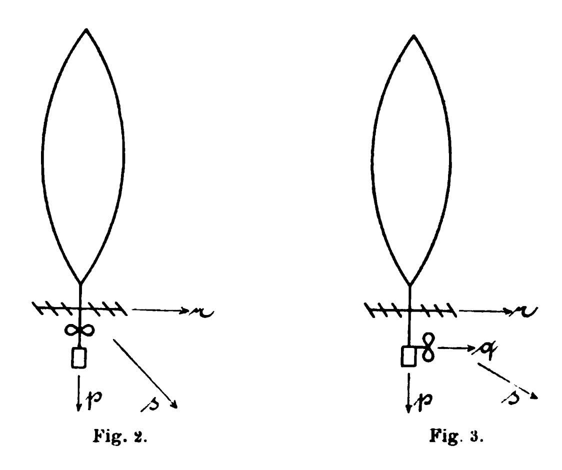


Fig. 2. Fig. 3.

gegen die Horizontale gestellt sind, man ein ganz sanftes Sinken, ähnlich dem Niederschweben eines Vogels erreichen kann.

Der ganze Hergang des progressiven Sinkens des Apparates, seine Geschwindigkeit und seine Stabilität hängen vor allem und hauptsächlich von der Grösse des „aktiven Gewichtes" p ab. Je grösser dieses p sein wird, um so viel mehr wird der Apparat vollkommen stabil und fähig sein, eine viel grössere Fluggeschwindigkeit zu entwickeln.

Es wurde oben angegeben, dass man die Kraft des Niederganges des Apparates beinahe verdoppeln könne, wenn man den Motor zwingt, nach der Rückseite zu arbeiten. Man kann aber ebenso den Motor in der horizontalen Richtung wirken lassen, wie einen Propeller. Dann wird sich mit der Kraft r die Kraft q des Motors vereinigen (Fig. 3).

Auf diese Weise wird sich der Apparat in seinem progressiv sinkenden Fluge, unter dem Einfluss der drei Kräfte p, q und r befinden.

Man kann sich nun die Frage stellen, wie erweist sich der Ballon während des progressiv sinkenden Fluges?

Der Ballon stellt in diesem Falle infolge des grossen seitlichen Widerstandes ein Hindernis dar; wenn dieser während des Niederganges ganz verschwände, würden wir einen idealen Flugapparat haben, der nur aus einem Motor und einer Aëroplane zusammengesetzt wäre.

Während des vertikalen Niederganges des Apparates wird der Ballon natürlich seine vertikale Lage beibehalten und seine lange Längsachse wird mit der Richtungslinie der Bewegung des Apparates zusammentreffen.

Dieser Umstand wird beim Niedergange des Apparates in geneigter Richtung nicht eintreten. In allen diesen letzteren Fällen wird der obere Teil des Ballons unter dem Einflusse des Widerstandes der Luft, die auf die Vorderseite wirkt, in seiner progressiven Bewegung zurückgehalten, nämlich hinter der vertikalen Linie, welche durch den ganzen Apparat geht, zurückbleiben, und rückwärts um so viel abweichen, dass seine Längsachse sich der Fluglinie ns des Apparates nähern und vielleicht sogar mit ihr zusammentreffen wird (Fig. 4). Infolge dieser Abweichung wird der Ballon stets durch sein spitzes Ende zum Gegenwinde gerichtet und eben deshalb den geringsten Widerstand bieten.

Fig. 4.

Unter welchem Winkel auch immer der Apparat zum Horizont sinke, es wird der Ballon stets rückwärts um einen bestimmten Winkel abweichen, je nach der Kraft des Luftwiderstandes t und der Aufsteigungskraft des Ballons u einerseits und der propellierenden Kraft r und q andererseits, welche ein Kräftepaar bilden, das bestrebt ist, den Ballon um seine kurze Achse

[1]) Durch „progressive Bewegung", „horizontale Richtung", „horizontale Oberfläche" möge stets die Bewegung in horizontaler Projektion bezeichnet sein.



zu drehen. Es muss auch bemerkt werden, dass die Länge der Verbindung *w* zwischen dem Ballon und der Aëroplane ebenfalls auf die Leichtigkeit der Abweichung des Ballons einwirken wird.

Mittels gewisser Vorrichtungen lässt sich technisch erreichen, dass die Längsachse des Ballons in jedem einen gewissen Grad nicht überschreitenden Winkel des progressiven Niederganges zum Horizonte, stets mit der Richtungslinie des Fluges korrespondieren wird.

Erwähnt sei noch ein sehr wichtiger Umstand, welcher während des progressiven Niederganges des Fluges eintritt. Von dem Momente an, wo der Ballon, einerseits unter der Wirkung der propellierenden Kraft auf den unteren Teil desselben, und andererseits durch die dem oberen Teil des Ballons entgegenströmende Luft, von seiner vertikalen Linie abzuweichen anfängt, beginnt demgemäss auch die Verminderung der unterstützenden Kraft des Ballons. Gleichzeitig wird der Apparat beginnen, schwerer zu werden. Dieses Schwererwerden des Apparates geschieht jetzt auf Rechnung des „passiven Gewichtes", welches früher vom vertikal stehenden Ballon emporgehoben wurde. Dieses neue Gewicht, auf dessen Kosten sich der Apparat erschwert, und als das Resultat der Abweichung des Ballons erscheint, werde ich „latentes passives Gewicht" benennen.

Von dem Prinzip des in Frage stehenden Flugapparates ausgehend, findet man, dass das Schwererwerden des Apparates, worin auch immer seine Ursache bestehen mag, für die Kraft und Geschwindigkeit des progressiven Niederganges, wie auch für die Stabilität des Apparates in der Luft stets erwünscht und nützlich sein wird. Der Fortschritt des Apparates steht in direkter Abhängigkeit vom Grade der Beschwerung des Apparates während seines Sinkens und je grösser dieselbe sein wird, desto vollkommener wird der Apparat sein: damit er stärker sei als die Luft, muss er schwerer sein als dieselbe.

Der Mechanismus des Fluges im allgemeinen bleibt während des Windes im wesentlichen derselbe, wie während des ruhigen Wetters. Die inneren Kräfte des Apparates und deren gegenseitige Beziehungen bleiben ohne Veränderung und auch unabhängig davon, ob der Wind vorhanden ist oder nicht. Eigentlich unterscheidet der Apparat, der sich von der Erde entfernte, keinen Wind. „Der Wind existiert nicht für den Aëronauten", sagt eine bedeutende Autorität im Bereiche der Luftschiffahrt, *Ch. Renard*: „Alles vollzieht sich so, als ob die Luft vollständig unbeweglich wäre und die Erde unter seinen Füssen mit einer dem Winde gleichen Geschwindigkeit gleitete [2])."

Folglich werden die Bedingungen des Fluges gegen den Wind einfach und klar, wenn man die Frage so stellt: kann der Apparat in einer stillen Atmosphäre eine derartige progressive Schnelligkeit (in der horizontalen Projektion) entwickeln, um einen bestimmten festen Punkt auf der Erde, der mit einer bestimmten Geschwindigkeit sich fortbewegt, einzuholen und selbst zu überholen? Wenn also die Frage in dieser Weise gestellt wird, so wird es für den Leser verständlich, dass der Mechanismus des Fluges bei Wind und bei Stille immer der gleiche bleibt. Die in einem gewissen Masse der Veränderung unterliegenden Bedingungen sind solche, unter welchen man den bestimmten Erdpunkt erreichen kann. Wenn die durch den Apparat entwickelte Geschwindigkeit des progressiven Fluges geringer ist, als die des fliehenden Punktes der Erdoberfläche, so kann eben der Apparat den Gegenwind nicht überwinden und umgekehrt.

In der Fähigkeit des Apparates, die Geschwindigkeit seines progressiven Fluges zu entwickeln oder zu vergrössern, besteht auch überhaupt der ganze Fortschritt in der Konstruktion eines jeden Flugapparates. In unserem Falle wird dieser Fortschritt hauptsächlich vom Grade der Beschwerung des Apparates abhängig sein, abgesehen davon, unter welchen Bedingungen diese Beschwerung entstehen mag.

Je grösser diese Beschwerung sein wird, desto grössere Geschwindigkeit wird der Flugapparat bei seinem progressiven Niedergange zu entwickeln und folglich auch die immer grössere Geschwindigkeit des Gegenwindes zu überwinden im stande sein.

Wie schon bemerkt, kann die Kraft des Niedergehens des „aktiven Gewichtes" durch die Hinzufügung der Kraft des „latenten aktiven Gewichtes" fast verdoppelt werden, ausserdem kann sie auch durch die Kraft des „latenten passiven Gewichtes" vergrössert werden und alle diese Kräfte befinden sich in der Gewalt des Luftschiffers sogar bei der Anwendung eines so schwachen Motors, wie der Mensch selbst ein solcher ist.

Da der Mensch durch die Kraft seiner Muskeln bis 20 kg Gewicht in die Höhe heben kann, so kann dieses Gewicht beim progressiven Niedergange des Fluges bis auf 50 bis 60 kg vergrössert werden, was schon eine recht bedeutende Kraft für das Sinken gibt, wenn man dabei den geringen Widerstand berücksichtigt, den der untere zugespitzte Teil des Ballons leistet.

Während des progressiven sinkenden Fluges fällt dem Aëroplan eine bedeutende Rolle zu. Das Aëroplan ist ein ebenso wesentlicher und unwandelbarer Bestandteil des Flugapparates, wie der Motor, und wird es auch immer sein. Mit dem Erscheinen aber eines vollständig dazu geeigneten, einfachen, leichten, starken und gefahrlosen mechanischen Motors und seiner Anwendung für den Flugapparat wird die Periode der quantitativen Vervollständigung des letzteren beginnen, welche sich in der Verstärkung des Effektes äussern wird; doch der Grundgedanke dieses Flugapparates wird unverändert bleiben.

Die Frage von der Beibehaltung der Stabilität des Flugapparates ist sehr wesentlich und von grösster Wichtigkeit. Die traurigen Resultate der Versuche, die mit den Apparaten ohne Ballon angestellt wurden, bezeugen es, wie schwierig es ist, die Stabilität zu erlangen und wie unsicher, einen Stützpunkt im Widerstande der Luft zu suchen.

Viel leichter erlangt man die Stabilität mit lenkbaren Ballon-Flugapparaten, welche leichter als die Luft sind und wo ein Ballon von länglicher Form horizontal angebracht ist.

Aber auch hier präsentiert sich die „Labilität der Länge nach", die von der Bewegung des Wasserstoffes im Ballon abhängt, nach dem Ausdrucke von *Ch. Renard*, wie „ein mächtiger Feind". Dieser „Feind" wird desto drohender, je mehr die Länge des Ballons auf Kosten seines Durchmessers zum Zwecke der Verminderung seines Widerstandes bezüglich des Gegenwindes vergrössert wird. Zwar erwähnt *Ch. Renard* einer von seinen Vorrichtungen, welche die „Labilität der Länge nach" aufhebt, doch hält er dieselbe geheim [3]).

Während meiner Versuche mit einem horizontal angelegten Ballon im Jahre 1898 habe ich die „Labilität der Länge nach" im bedeutenden Masse paralysiert und zwar durch die Anbringung einer Reihe von seidenen Querscheidewänden im Inneren des Ballons, welche die Lageveränderung des Gazes zu verhindern haben. Dieses System wurde mir in demselben Jahre geschützt.

Diese Vorrichtuug erweist sich aber als ungenügend; wenn der Apparat progressivhorizontal mit einer bestimmten Geschwindigkeit fliehen soll, so wird der Gegenwind einen ungleichmässigen Druck auf die beiden Arme dieses „empfindlichen Hebels" (*Ch. Renard*), als welcher sich der längliche Ballon präsentiert, ausüben und, als Folge dessen, wird das Stampfen unvermeidlich.

An sich würde es keine grosse Schwierigkeit bieten, denselben zu steuern, aber der mit dem Ballon eng verbundene Propeller wird dabei schon nicht mehr im stande sein, in streng horizontaler Fläche zu arbeiten; indem er gleichzeitig mit dem Ballon schwankt, wird er seine bewegende Kraft in seiner Thätigkeit nach verschiedenen Flächen verschwenden.

Dieses Schwanken zu paralysieren ist möglich bei einem steifen Systeme des Apparates, durch automatische Versetzung des Gewichtes (des Aëronauten) längs der Ballonachse, ein Prinzip, das mir im Jahre 1898 geschützt wurde.

Alle diese nebensächlichen unbequemen Erscheinungen, die mit dem horizontal angelegten Ballon verbunden sind, erschweren in einem bedeutenden Masse und komplizieren die Konstruktion eines derartigen Flugapparates, welcher demgemäss ausser stand gesetzt wird, dem Haupterfordernisse der praktischen Anwendung im Leben — „der Einfachheit und der Zugänglichkeit für alle" — zu entsprechen.

Mittels der Konstruktion eines Flugapparates vom Typus des Jahres 1898, mit einem vertikalen Ballon, mache ich mich vollständig frei von der Sorge um die Erhaltung des stabilen Gleichgewichtes.

Das Schema des ganzen Fluges wird durch nachstehende Fig. 5 dargestellt.

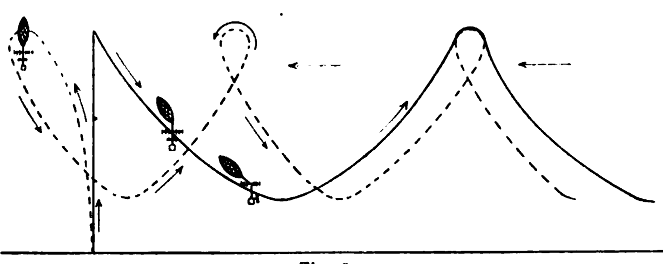


Fig. 5.

Die ausgezogene Linie bezeichnet den Flug während des stillen Wetters, die punktierte Linie den Flug während des windigen Wetters.

Beim stillen Wetter: Das Aufsteigen vom Erdboden erfolgt in vertikaler Richtung. Nach der Anlangung in einer gewissen Höhe hält man die Arbeit des Motors an und bringt die Jalousien der Aëroplane in einen bestimmten Winkel. Von diesem Momente an beginnt der progressive Niedergang des Apparates unter einem gewissen veränderbaren Winkel zum Horizont.

[2]) *Journal des Ingenieurs*, 1891 Nr. 6 und 7 S. 896.

[3]) Ibid. S. 913.

Ohne die Erde zu berühren, lässt man wieder den Motor für den Aufstieg arbeiten und stellt die Jalousien der Aëroplane senkrecht mit dem Rande auf. Es stellt also dieser Flug in seiner einfachsten Form eine Art wellenartiger Linie (Wellenflug) dar, die aus einer Reihe beinahe vertikaler Steigungen und sanfter Neigungen besteht.

Beim Gegenwinde: Während eines senkrechten Aufstiegs wird der Apparat vom Gegenwinde etwas zurückgehalten. Es muss deshalb der Aufstieg möglichst rasch bewirkt werden. Der weitere progressive Niedergang wird in derselben Weise vollzogen, wie auch beim ruhigen Wetter; doch der Weg, der vom Flugapparate gemacht wird, hängt von dem gegenseitigen Verhältnisse zwischen der Geschwindigkeit des Apparates und der des Gegenwindes ab. Diese relative Geschwindigkeit kann sowohl positiv als auch negativ sein. Im ersten Falle fliegt der Apparat dem Winde entgegen, im letzteren wird er vom Winde getragen.

Beim praktischen Gebrauche des Flugapparates wird der Mensch wohl kaum dieser Art des Fluges — des Fluges gegen den Wind — sich bedienen. Es ist dies auch ganz erklärlich, da keine Art des Fluges so unpraktisch, gewagt, unangenehm und unbequem ist, als namentlich der Flug gegen den Wind, insbesondere bei längeren Luftfahrten.

Das Unpraktische des Fluges gegen den Wind kommt vor allem deutlich zum Vorschein während der dauernden Ueberfahrten, wo angestrengtere Arbeit des Motors und grösserer Verbrauch des Heizmaterials erforderlich sind. Es wird für die Zukunft das Prinzip der Oekonomie in der Arbeit und der Schonung des Heizmaterials (in weitem Sinne des Wortes) eine wichtige Rolle spielen und man wird in Anbetracht dessen immer in der Luft lavieren, indem man bald sich auf einige 10 oder 100 m emporheben, bald tiefer niedergehen wird zum Zwecke der Auffindung einer günstigen Luftströmung.

Anstatt die Arbeit des Motors zwecklos auf die Bekämpfung des Gegenwindes, dessen Geschwindigkeit selbst schon auf einer geringen Höhe recht bedeutend ist, zu verwenden und als Resultat eine geringe progressive Bewegung zu erlangen, wird der Zukunftsluftschiffer die Arbeit des Motors, sich in der Sphäre der günstigen Luftströmung befindend, auf die Unterstützung dieser Kraft der Luftströmung verbrauchen und seine progressive Geschwindigkeit zu verdoppeln, ja zu verdreifachen im stande sein.

Es werden aber dadurch alle die Mängel des Fluges gegen den Wind noch nicht erschöpft. Die Art des Fluges, wie gesagt, ist höchst gewagt, unangenehm und unbequem. Und in der That, nehmen wir an, dass der Apparat mit der Geschwindigkeit von 15 m pro Sekunde gegen den Mittelwind fliege, der, wollen wir sagen, 7 m in 1 Sekunde macht; es werden dann der Luftschiffer und der ganze Apparat einem Luftdruck unterworfen, welcher der Summe dieser Geschwindigkeiten, also 22 m pro Sekunde entspricht. Dieser Luftdruck ist beinahe ebenso gross wie der, den ein Passagier zu empfinden hätte, wenn er auf einer offenen Plattform eines Waggons stände, welcher in 1 Stunde 75 km zurücklegt.

Der Apparat, welcher einem solchen Drucke unterworfen ist, wird sich in einer gefahrvollen Lage befinden, da man die Verletzbarkeit des Ballons und die Leichtigkeit (folglich aber auch die Unfestigkeit) des Materials, aus dem immer die Flugapparate gemacht werden, in Betracht nehmen soll.

Es wird der Luftschiffer schwerlich im stande sein — wenn auch nur auf kurze Zeit — in einer derartigen Situation auszuhalten, indem man es auch nicht ausser acht lassen darf, dass er in solchen Luftschichten zu fliegen hat, wo die Temperatur verhältnismässig niedrig ist. In der ruhigen Luft lässt sich sogar die grösste Kälte leicht ertragen; aber sogar eine mässige vom Winde begleitete Kälte, wie *Glescher* sagt, wird unerträglich und wirkt tötlich auf den Organismus[4]).

Demnach wird der unnütze Verbrauch der Arbeit des Motors und des Heizmaterials, der unbedeutende Effekt der progressiven Bewegung, die Gewagtheit und das Unangenehme dieser Art des Fluges die Menschen in der Zukunft dazu bewegen, womöglich das Fliegen gegen den Wind überhaupt, und insbesondere bei dauernden Ueberfahrten, zu vermeiden.

[4]) *Glescher*, Luftreisen S. 13.

Es mag aber der Leser dabei nur ja nicht denken, dass ich durch alles das, was ich hier ausgeführt habe, die Notwendigkeit der Flüge gegen den Wind bei der praktischen Benutzung des Flugapparates leugne. In keiner Weise. Im Gegenteil, die Fähigkeit des Apparates, gegen den Wind zu fliegen, wird dem Menschen das Bewusstsein der Macht des Apparates geben und das volle Vertrauen auf eigene Kräfte verleihen für den Fall des Kampfes mit dem Gegenwinde. Ich will nur sagen, dass wenn das Bestreben, gegen den Wind zu fliegen, eine Art Sport unter den Gelehrten, Erfindern und Dilettanten bildet, und der Meinung der letzteren nach, das Alpha und Omega des ganzen Problems vom Fliegen des Menschen ausmacht, so ist doch dieses Fliegen gegen den Wind keine dringende Notwendigkeit. Im Alltagsleben wird der Flug gegen den Wind nur eine der Episoden bilden, einen der Fälle des praktischen Gebrauches des Apparates. Dieser Flug wird vor allem in folgenden zwei Fällen seinen Platz finden: beim Aufsteigen des Apparates in die Luft und beim Niedergange zur Erde. Im ersten Falle, wenn der Mensch nach dem Aufstiege im voraus schon die Absicht hat, wieder denselben Punkt zu erreichen oder sich genötigt sieht, zurückzukehren, da er nicht die nötige Luftströmung auffinden konnte; zweitens dann, wenn er, sich dem zu erreichenden Punkte nähernd, die verschiedenen Winde in allen ihren Richtungen zu überwinden hat, um nur zu einem gewissen Punkte auf der Erde zu gelangen. Der ganze Flug zwischen diesen beiden Punkten wird mit Hilfe der günstigen Luftströmungen — einer Kraft, welche nichts kostet — vollführt werden, abgesehen davon, wie gross ihre Geschwindigkeit und die Entfernung zwischen den beiden Punkten sein mag.

Glescher spricht von der Existenz verschiedener Winde in verschiedenen Höhen, indem er hinzufügt, dass es genügt, eine passende Stellung zu erreichen, um sich in beliebiger Richtung zu bewegen[5]). Prof. *Mendeleyeff* bemerkt, dass sein Aërostat „nicht in gerader, sondern in einer gebrochenen Linie flog, d. h. dass die Richtung und die Geschwindigkeit des Windes sich in den verschiedenen Schichten der Atmosphäre änderten, wie es häufig geschieht“[6]). „Wenn man die Luftströmungen studiert“, sagt er an einer anderen Stelle, „so können die Aërostate für die Richtungen der Flüge nach Wunsch gebraucht werden“[7]).

Die günstigen Winde besitzen ausserdem die Eigenschaften, welche für die Luftschiffahrten sehr vorteilhaft sind. „In der That“, sagt Prof. *M. Pomorzew*, „alle Facta, die uns von der Luftschiffahrt bekannt sind, Beobachtungen der Wolken, Beobachtungen des Windes auf dem Eiffelturme und beim Lancieren von Papierdrachen zeigen, dass die Bewegung der Luft schon in verhältnismässig geringen Höhen recht gleichmässig und konstant ist“[8]).

Die Luftströmungen bewegen sich selbst schon in unbedeutenden Höhen, wenn dieselben auf ihrem Wege nicht den Unebenheiten des kontinentalen Reliefs begegnen, gleichmässig, ähnlich den riesigen Flüssen, was man auch bei den Winden beobachtet, die über offene Meere wehen.

„Wenn es gelingen sollte, die Gesetze der Luftströmungen“, sagt *Flammarion*, „in verschiedenen Höhen je nach der Saison und den Tagesstunden zu studieren, dann würde das grosse Problem der Richtung der Aërostate gelöst werden“[9]). „Wir werden es dann verstehen, den Aërostat nach dem erwünschten Punkte der Windrose zu leiten und in der Luft auf den elastischen und zarten Flügeln des Zephyrs die Reisen zu machen. Die Luftwege, durch die Wissenschaft für die Industrie geöffnet, werden uns ihre Bahnen, welche keine Reparaturen erfordern, für die schönsten und grossartigsten Reisen eröffnen“[10]).

(Schluss folgt.)

[5]) *Glescher*, Luftreisen S. 71.
[6]) Aufstieg bei Klin während der Eklipse S. 79.
[7]) Daselbst S. 93.
[8]) Uebersicht der Theorien des schwebenden Fluges der Vögel. Luftschiffahrt von *M. Pomorzew*, 4. Lieferung S. 54.
[9]) *Flammarion*, Luftschiffahrt S. 144.
[10]) *Flammarion*, Atmosphäre S. 568.

Kleinere Mitteilungen.

Bedeutung der Graphitschmierung in der modernen Maschinentechnik.

Im letzten Jahrzehnt wurden auf dem Gebiete der gesamten Maschinentechnik grosse Anstrengungen gemacht, den wirtschaftlichen Wirkungsgrad der Maschinen zu steigern; die Dampfmaschinen arbeiten heute mit hohen Dampfspannungen und überhitztem Dampf, um nicht hinter ihren Konkurrenten, den Gas- und Petroleummotoren, welche mit der grössten Wärmeausnutzung arbeiten, zurückzubleiben.

Mit der Entwickelung dieser Maschinen steigerten sich auch die Ansprüche an die Schmierung der bewegenden und treiben-

den Organe derselben, speziell aber bei Motoren, welche die Wärme als treibende Kraft verwenden, wo die Schmiermaterialien hohen Spannungen und Hitzegraden u. s. w. ausgesetzt sind und infolge hoher Temperaturen und chemischer Einflüsse nur noch schwer oder gar nicht mehr standzuhalten vermögen. Da tritt die Frage nach einem geeigneten Schmiermittel an jeden Beteiligten heran. Hier tritt der Flockengraphit erfolgreich in die Lücke ein.

Es war längst bekannt, dass Graphit bei warmgelaufenen Lagern vorzügliche Dienste leistete; allerdings durfte dieses Mittel nicht allzu oft angewendet werden, da die Lagerflächen einem starken Verschleiss unterworfen waren. Die Ursache dieses Verschleisses wurde aber in der Beimengung von Quarzkörnern, die gewöhnlicher Graphit enthält, gefunden, da dieselben, auch wenn sie noch so fein gemahlen sind, wie Schmirgel auf Lagerflächen wirken. Solcher Graphit kann selbstredend die Reibung nicht aufheben; dieselbe wird im Gegenteil erhöht und verursacht den raschen Verschleiss der betreffenden Maschinenteile. Versuche, welche man mit hiesigen und anderen Graphiten nach dieser Richtung hin anstellte, liessen erkennen, dass man nur Graphit von unbedingter Reinheit, welcher ein schuppen- oder flockenförmiges Gefüge hat, zu Schmierzwecken verwenden kann.

In Amerika ist nun seit einiger Zeit ein Flockengraphit in den Handel gebracht worden, welcher aus den Minen von Ticonderoga im Staate New York stammt und sich durch seine aussergewöhnliche Reinheit auszeichnet. Die Besitzer dieser Minen erzeugen aus diesem Rohmaterial, gestützt auf jahrelange reiche Erfahrungen ein Produkt, das alle reibenden Teile aus irgend welchem Material, mit einem glänzenden spiegelglatten Ueberzug bedeckt, alle Risse und Unebenheiten ausfüllt, die Reibung beseitigt, keine Erhitzung und kein Anfressen der Metalle aufkommen lässt. Professor *Thurston* vom Stevens-Institute in Hoboken hat mit diesem Flockengraphit und mit Schmierölen eingehende Versuche gemacht und die glänzendsten Resultate erzielt. Es wird hiernach empfohlen, bei Lagern von Schiffswellen, Lokomotiv- und Waggonachsen und schweren Transmissionen eine Mischung von 15% Graphit mit Oel oder Fett anzuwenden, während man zum Schmieren von Dampfcylindern reinen Graphit benutzen soll. Auf den Flussdampfern in Amerika wird Graphit mit Wasser zu einem Brei gerührt durch Schmierbüchsen in die Cylinder eingeführt, ein Vorgang, der besonders zu beachten ist, wenn Maschinen mit Oberflächenkondensation arbeiten, und wenn man den Abdampf oder das Kesselspeisewasser frei von Oel halten will. Ueber die Anwendung von Graphit bei Lokomotiven liegen folgende interessante Thatsachen vor: Ein Lokomotivführer der Wheeling- and Erie-See-Eisenbahn führte im Juni 1897 eine fünfachsige Verbundgüterzugslokomotive mit Cylindern von 483 bezw. 660 mm Durchmesser. Die Maschine, die einen schweren Güterzug zu schleppen hatte, durchfuhr eine Strecke von 4518 km und gebrauchte dabei 4,26 l Schmieröl, dem im ganzen 0,907 kg Flockengraphit beigemengt war, der Oelverbrauch betrug demnach per 1000 km nur 0,943 l, während nach den Bestimmungen der dortigen Eisenbahndirektion 3,53 l verbraucht werden. Man hat also mit der verhältnismässig geringen Menge Graphit eine beträchtliche Ersparnis an Oel erzielt. Dabei waren die aufeinander arbeitenden Flächen der Cylinder und Schieber spiegelglatt und frei von jeder Anfressung.

Einer anderen Mitteilung zufolge hat ein Lokomotivführer ein heissgelaufenes Achsenlager mit Flockengraphit behandelt, dadurch gelang es demselben, nicht nur die Lokomotive betriebsfähig zu erhalten, sondern es konnte sogar eine Verspätung von 6 Minuten wieder eingebracht werden, ohne dass das Lager zu besonderen Befürchtungen Anlass gab. Die letzte Strecke auf dieser Fahrt von 80,5 km wurde bei zweimaligem Anhalten in 61 Minuten zurückgelegt. Aehnliche Beispiele liegen noch viele vor; es dürfte zu weit führen, dieselben alle citieren zu wollen. Ganz besonderer Beachtung dürfte Flockengraphit bei Kompressoren wert sein, da durch die während der Verdichtung frei werdende Kompressionswärme die Schmieröle vergast werden und Explosionen verursachen, die oft den Tod des Maschinisten und erheblichen Schaden an Maschinen und Gebäuden zur Folge haben.

Die Bedeutung der Graphitschmierung ist nicht allein in der grossen Ersparnis an Schmiermaterialien zu suchen, sondern vielmehr in seiner ausserordentlichen Schmierfähigkeit und Unveränderlichkeit bei jedem Hitzegrad, sowie darin, dass die Maschine in ihrer Arbeit nicht, oder nur wenig beeinträchtigt wird und somit ein längerer Stillstand durch Warmlaufen, Reparatur u. s. w. nahezu ausgeschlossen ist. Beim Ankauf des Flockengraphits ist jedoch die grösste Vorsicht zu beachten, da durch Anwendung ungeeigneter Ware, die es genug im Handel gibt, nicht allein der eigentliche Wert der Graphitschmierung zum Schaden der Interessenten in den Hintergrund gedrängt wird, sondern auch ungeahnter Materialschaden verursacht werden kann. Mit Vorteil verwendet man zur Graphitschmierung *Dixon*'s Ticonderoga-Flockengraphit, welcher in jedem technischen Geschäfte zu haben ist. Die Generalvertretung hat die Firma *Persicaner und Co.* in Berlin in Händen.

Die deutsche und die amerikanische Maschinenindustrie.

In der am 24. April d. Js. abgehaltenen Versammlung des Vereins deutscher Maschineningenieure hielt Eisenbahnbauinspektor *Unger* einen Vortrag über das Thema: „*Kann die deutsche Maschinenindustrie von der amerikanischen lernen?*“ Wir entnehmen demselben das Nachstehende:

Seitdem im Jahre 1876 die Amerikaner durch Veranstaltung ihrer ersten Weltausstellung die Hundertjahrfeier ihrer Unabhängigkeitserklärung begingen, haben sich die Verhältnisse des Maschinenbaues nicht unwesentlich geändert. Deutschland, dessen Ausstellungsobjekte damals sich das harte Urteil Geheimrats *Reuleaux*: „Billig und schlecht“ zuzogen, hat seitdem gewaltige erfolgreiche Anstrengungen gemacht. Nicht minder gross aber sind die Erfolge, welche inzwischen die amerikanische Industrie gemacht hat, besonders auch im Vergleich zu England, dem Mutterlande des Maschinenbaues. Ueberall führen sich die Werkzeugmaschinen amerikanischen Systems ein. Bei uns in Deutschland sind bereits mehrere grosse Gesellschaften thätig, um die Fabrikation amerikanischer Maschinen hier bei uns in Deutschland zu betreiben und auf diese Weise den Abfluss eines erheblichen Teiles unseres Nationalvermögens in das Ausland zu verhüten.

Nach dieser Richtung ist in erster Linie die *Garvin-Gesellschaft* zu nennen, die in Berlin eine Niederlage besitzt und demnächst in Reinickendorf bei Berlin mit der Fabrikation beginnen wird. Trotz der hohen Arbeitslöhne, trotz der hohen Transportkosten und trotz der Eingangszölle vermag der amerikanische Werkzeugmaschinenbau mit dem deutschen wirksam zu konkurrieren. Es hat dieses seinen Grund in der auf das Aeusserste ausgedehnten Arbeitsteilung, der weitestgehenden Verwendung der Maschinen- an Stelle der Handarbeit und in der weitestgehenden Spezialisirung der Fabrikation.

Professor Dr. *Paasche* hat die amerikanischen einschlägigen Verhältnisse jüngst an Ort und Stelle eingehend geprüft und ermahnte dringend die deutschen Maschineningenieure, zur Bekämpfung der ihnen drohenden mächtigen amerikanischen Konkurrenz zu deren amerikanischem System der Arbeitsteilung und der Verwendung der Maschinenarbeit überzugehen. Binnen weniger Jahre haben sich die Vereinigten Staaten Amerikas von einem Agrarstaate zu einem Industriestaate allerersten Ranges emporgearbeitet, der nicht nur nicht mehr der Schutzzölle bedarf, sondern erfolgreich den fremden Markt beschreitet.

Vor allem warnte Geheimrat *Paasche* vor der irrigen Auffassung, dass die amerikanische Industrie durch die angeblich in Amerika herrschende Teuerung auch heute noch an einer wirksamen Konkurrenz mit Deutschland und dessen billigen Arbeitskräften behindert werde. Die Kosten der Lebensunterhaltung sind in den letzten Jahren in Nordamerika so erheblich vermindert worden, dass sie zum Teil niedriger sind als bei uns in Deutschland.

Zum Schlusse ermahnte Geheimrat *Paasche* die deutschen Ingenieure, die an Wissenschaftlichkeit und Schulung die ersten der Welt seien, ein grösseres Gewicht auf ihre Ausbildung in wirtschaftlicher Beziehung zu legen.

Friedrich Siemens' Verdienste um die Technik.

Friedrich Siemens wurde 1826 zu Menzendorf geboren, einem in der Nähe Lübecks befindlichen grossen Pachtgute seines Vaters.

Bis zu seinem 16. Lebensjahre besuchte er das Gymnasium zu Lübeck, wonach er, seinem Freiheitsdrange nachgebend, zur See ging. Nach wenigen Jahren indes gab er das Seemannsleben wieder auf und ging — 1848 — nach England, um sich mit der Einführung der Telegraphenapparate seines Bruders *Werner* — des verstorbenen Dr. *Werner von Siemens* — zu beschäftigen. Da jedoch diesem seinem Unternehmen das in den Händen von *Wheatstone und Cooke* befindliche Monopol auf elektrische Telegraphie im Wege war, so hatte er nur geringen Erfolg und ergriff deshalb unter seinem Bruder *Wilhelm* — dem verstorbenen Sir *William Siemens* —, der kurz zuvor das Regenerativprinzip für Dampfmaschinen eingeführt hatte, die Laufbahn eines praktischen Ingenieurs. Er erfand und verwirklichte die Anwendung des Regenerativprinzips auf Feuerungen, indem er sie in Verbindung mit einer Vergasung des Brennstoffes auf Oefen übertrug und damit die Erzeugung höchster Temperaturen bei grosser Brennmaterialersparnis erreichte. Sein Regenerativgasofen hat dann die Erzeugung von Stahl auf offenem Herde, sowie diejenige von Glas in kontinuierlich betriebenen Wannen ermöglicht.

Vor einigen Jahren führte *Friedrich Siemens* ein neues Regenerativsystem für Oefen ein, welches er als dasjenige der chemischen Regeneration bezeichnet. Dasselbe hat sich überaus schnell in allen industriellen Ländern Eingang verschafft. Diese neue Art von Oefen unterscheidet sich von der ursprünglichen Art dadurch, dass bei jener nur Luftregeneratoren Anwendung finden, während die Gasregeneratoren durch Einrichtungen ersetzt sind, die einen chemischen Vorgang zur Folge haben. Es wird

nämlich ein Teil der heissen Verbrennungsprodukte dadurch in Brenngas umgewandelt, dass sie an Stelle kalter Luft direkt unter die Roste des Gaserzeugers geleitet werden. Diese neue Anordnung weist viele bedeutungsvolle Vorzüge auf und scheint nicht allein berufen zu sein den ursprünglichen *Siemens*-Ofen zu verdrängen, sondern auch eine weit ausgedehntere Anwendung zu ermöglichen.

Friedrich Siemens ist ebenso der Erfinder der Regenerativgasbrenner und -kamine, von denen erstere stark leuchtende Flammen, letztere eine intensive Wärme geben, Wirkungen, welche zugleich mit einer Ersparnis bis zu ²/₃ des früheren Aufwandes an Gas erlangt werden. Ferner sind ihm viele Erfindungen zu verdanken, welche mit der Glasindustrie im Zusammenhang stehen. Er besass fünf Fabriken in Sachsen und Böhmen mit über 4000 Arbeiter, von denen seine drei Glasfabriken in eine Aktiengesellschaft umgewandelt worden sind. Noch heute ist *Friedrich Siemens* Vorsitzender des Aufsichtsrats derselben. Während seine vornehmsten Leistungen auf dem Gebiet der Erfindungen und der Industrie zu suchen sind, hat er sich gleichermassen durch fachwissenschaftliche Forschung ausgezeichnet, deren Ergebnisse in Broschüren niedergelegt wurden und Gegenstand von Vorträgen in wissenschaftlichen Gesellschaften bildeten. Unter anderen möge hier erinnert werden an: „Erwärmung durch Strahlung", „Verteilung von Licht und Wärme", „Abkühlung von Glas", „Dissociation und Verbrennung", alles Gegenstände, die er sowohl aus theoretischen wie praktischen Gesichtspunkten behandelt hat.

Am 23. April 1900 wurde *Friedrich Siemens* der Titel eines Doktor-Ingenieurs Ehrenhalber von der technischen Hochschule zu Dresden verliehen. In dem Doktordiplom werden die unvergänglichen Verdienste hervorgehoben, welche *Friedrich Siemens* durch die Erfindungen des Regenerativofens zur Erzeugung hoher Temperaturen, des Wannenofens zum Einschmelzen von Glas, des Regenerativbrenners zur Herstellung stark leuchtender Flammen und durch die Erfindung der chemischen Regeneration der Wärme der Flammengase hocherhitzter Oefen sich erworben hat.

Bücherschau.

Ueber die Neueinrichtungen für Elektrotechnik und allgemeine technische Physik an der Universität Göttingen. Mit einer Antwort auf die von Prof. *Slaby* in der Sitzung des preussischen Herrenhauses vom 30. März 1900 gehaltenen Rede von Geheimrat Prof. Dr. *F. Klein* in Göttingen. Leipzig. B. G. Teubner. 1900. 23 S.

Das Schriftchen, das in den beteiligten Kreisen berechtigtes Aufsehen erregen wird, enthält zunächst einen Wiederabdruck eines Aufsatzes, der im Dezember vorigen Jahres in der *Physikalischen Zeitschrift* (Leipzig, Hirzel) erschienen ist und in welchem dargelegt wird, wie sich in Göttingen gewisse Ergänzungen des herkömmlichen physikalischen Unterrichts nach technischer Seite mit Hilfe weitgehender Unterstützung von seiten hervorragender Grossindustrieller haben durchführen lassen. Neuerdings hat nun *Slaby* in der Sitzung des preussischen Herrenhauses vom 30. März besagte Einrichtungen einer ziemlich ungünstigen Kritik unterzogen. Hierauf antwortet der Verfasser in zusammenhängender Weise. Nachdem er bisher durchaus für das, was man die Emanzipation der technischen Hochschulen nennen könnte, eingetreten ist, sieht er sich nunmehr veranlasst, daneben für die Selbständigkeit und das Selbstbestimmungsrecht der Universitäten zu plädieren. Dadurch gewinnt die Diskussion eine über die Bedeutung des Einzelfalles weit hinausgehende allgemeine Bedeutung.

Von dem bekannten Werk **„Schnellbetrieb"** von *A. Riedler*, Ingenieur, derzeit Rektor der königl. Technischen Hochschule zu Berlin, sind als Sonderabdrücke erschienen:

1. **Maschinentechnische Neuerungen im Dienste der Städtischen Schwemmkanalisationen und Fabrikentwässerungen.** 44 S. Grossfolio mit 79 Abbildungen im Text. Preis geh. 2 M.
2. **Neuere unterirdische Wasserhaltungsmaschinen für Bergwerke.** 22 S. mit 28 Abbildungen im Text. — Presspumpmaschinen zur Erzeugung von Kraftwasser für hydraulische Kraftübertragung. 81 S. Grossfolio mit 166 Abbildungen im Text. Preis geh. 4 M.
3. **Neuere Wasserwerkspumpmaschinen für Städtische Wasserversorgungsanlagen.** 99 S. mit 251 Abbildungen im Text. — Pumpmaschinen für Fabriks- und landwirtschaftliche Betriebe. 29 S. Grossfolio mit 67 Abbildungen im Text. Preis geh. 4 M.
4. **„Expresspumpen"** mit unmittelbarem elektrischen Antrieb. 46 S. mit 73 Abbildungen im Text. — Vergleiche zwischen „Expresspumpen" und gewöhnlichen Pumpen. 28 S. mit 55 Abbildungen im Text. — „Expresspumpen" mit unmittelbarem Antrieb durch Dampfmaschinen. 30 S. mit 48 Abbildungen im Text. Preis geh. 4 M.
5. **Kompressoren.** Neuere Maschinen zur Verdichtung von Luft und Gas. 53 S. mit 118 Abbildungen im Text. — „Expresskompressoren" mit rückläufigen Druckventilen. 23 S. mit 50 Abbildungen im Text. — Gebläsemaschinen für Hochöfen und Stahlwerke. 50 S. mit 274 Abbildungen im Text. Preis geh. 4 M.

München und Leipzig. Verlag von R. Oldenbourg. 1900.

Haftpflicht der Kraftfahrzeuge (Automobile, Motorwagen). Vortrag, gehalten in der Juristischen Gesellschaft zu Berlin am 11. November 1899 vom Syndikus Professor Dr. *Karl Hilse*. Stenogramm mit Anmerkungen. 43 S. Berlin 1900. M. Krayn, Fischer's technologischer Verlag. Preis 1,50 M.

Der Vortragende weist an der Hand von Beispielen nach, dass der Motorwagenbetrieb gefährlicher ist als der Betrieb von Fahrzeugen, die durch Muskelkräfte bewegt werden; es müsse daher den Automobilen in vermögensrechtlicher Hinsicht vom Gesetzgeber eine Ausnahmestellung angewiesen werden, etwa durch Gleichstellung mit den ein Geleise benutzenden Bahnfahrzeugen. Die zeitgemässe Frage verdient allseitiges Interesse.

Zuschriften an die Redaktion.

(Unter Verantwortlichkeit der Einsender.)

Leider kommt mir infolge äusserer Umstände Heft 13 Ihres geschätzten Journals erst jetzt zu Gesicht, in welchem Herr *P. K. v. Engelmeyer*-Moskau in einem seiner geistvollen Kolloquien über *„Allgemeine Fragen der Technik"* meine kleine Arbeit *„Zum Wesen der Erfindung"* einer eingehenderen Besprechung unterzieht.

Ich darf hierbei vielleicht auf eine kleine Flüchtigkeit aufmerksam machen.

Herr *v. Engelmeyer* glaubt, dass ich der *Kapp*'schen Hypothese des „organisierenden Prinzips" huldige und spricht hierüber sein Bedauern aus. Ein gerechter Anlass hierzu ist jedoch nicht gegeben.

Meinem Eingehen auf die *Kapp*'sche Hypothese (S. 22 ff.) liegt im Gegensatz dazu die deutliche Absicht zu Grunde, den Trugschluss aufzudecken, der zu der Annahme des mystischen „organisierenden Weltprinzips" (*Kapp, du Prel*) geführt hat.

Ich habe mich bemüht, den Nachweis zu führen, dass der — auf den ersten Blick hin frappierenden — Aehnlichkeit zwischen einem organischen Element und dem mechanischen Analogon kein geheimnisvolles Mysterium, sondern ein rein mechanistisches Prinzip zu Grunde liegt.

Das Band, welches das mechanische Element mit dem organischen Pseudo-Analogon locker und rein äusserlich verknüpft, ist sehr *nüchterner Art*: Es ist der Zweck. Eine Verkennung meines Standpunktes scheint mir bei eingehenderer Prüfung meiner diesbezüglichen Ausführungen nicht gut möglich (cf. S. 32).

> „In der That beschränkt sich die Aehnlichkeit einer „Organprojektion" mit ihrem Vorbild *nur* in der Uebereinstimmung *des Zweckes, der Aufgabe*. Wird diese Aufgabe im Laufe der Zeit eine andere, so verschwindet auch die — auf den ersten Blick recht verblüffend wirkende — Aehnlichkeit zwischen Organprojektion und Vorbild. *Und gerade hieran scheint Kapp hartnäckig vorbeigesehen zu haben!*"

Ich hoffe hierdurch die Befürchtungen Herrn *v. Engelmeyer*'s zu zerstreuen, dass es in meiner Absicht liegen könne, spiritualistisch verworrene Hypothesen in mechanistisch klare Probleme hineinzutragen.

Jedenfalls stehe ich der *Kapp*'schen Hypothese als Gegner gegenüber.

Z. Z. Berlin, den 27. April 1900.

Mit vorzüglicher Hochachtung

Ewald Rasch.

Es freut mich ungemein, dass sich Herr *Rasch* geäussert hat. Einen kräftigen Gegner zu haben, ist wahre Freude für einen Kampflustigen. Solcher Streit gereicht zum Wohle der Sache. Du choc des opinions jaillit la vérité.

P. K. von Engelmeyer.

Arnold Bergsträsser Verlagsbuchhandlung (A. Kröner) Stuttgart.
Druck der Union Deutsche Verlagsgesellschaft ebendaselbst.



DINGLERS
POLYTECHNISCHES JOURNAL.

81. Jahrg., Bd. 315, Heft 21. Stuttgart, 26. Mai 1900.

Jährlich 52 Hefte in Quart. **Abonnementspreis** vierteljährlich 6 M., direkt franko unter Kreuzband für Deutschland und Oesterreich 6 M. 65 Pf., für das Ausland 7 M. 30 Pf. Redaktionelle Sendungen und Mitteilungen bittet man zu richten: An die Redaktion von „Dinglers Polytechn. Journal" in Stuttgart, die Expedition betreffende Schreiben an Arnold Bergsträsser Verlagsbuchhandlung (A. Kröner) Stuttgart.



Betrachtungen über Griessputzerei.

Schon seit langer Zeit ist es dem praktischen Müller bekannt, dass bei der direkten Reduzierung von Weizen zu Mehl dieses nicht so weiss und backfähig wird, als wenn man aus dem Weizen erst Griesse erzeugt, diese putzt und dann erst nach und nach dieselben in Mehl verwandelt. Diese Thatsache trat um so deutlicher hervor, je härter der Weizen war, der zu Gebote stand, und deshalb finden wir in denjenigen Kulturländern, die von jeher den besten und härtesten Weizen zur Verfügung hatten, die allmähliche Zerkleinerung oder die *Hochmüllerei* und damit verknüpft am frühesten die Griessputzerei entwickelt, wie in Ungarn. Früher waren daher die Ungarmehle in allen anderen Staaten des Kontinents, und selbst in England, wegen ihrer unerreichten Qualität gesucht und insbesondere wegen ihrer guten Eigenschaften beliebt. Da man nur aus gutem Weizen wirklich gute Mehle machen kann, und da sich ferner jeder Staat aus begreiflichen Gründen mehr gegen die Einfuhr von Fabrikaten als gegen die der Rohprodukte zu schützen sucht, so kam es, dass die Einfuhr ungarischen Mehles in anderen Ländern abnahm, der Weizenimport dagegen rapid zunahm. Mit Ungarn traten bald auch andere Länder mit besseren Weizensorten in Wettbewerb, und so bekamen wir nach und nach den Weltmarkt in Weizen, der für die Preise heute allein ausgleichend wirkt und ausschlaggebend ist, so dass, wenn auch in irgend einem Lande eine Ernte missrät, die Preislage dadurch gar nicht oder nur in geringem Masse beeinflusst wird und die Preise der gleichen Weizenqualitäten in allen Ländern eine erhebliche Differenz fast nicht aufweisen.

Durch diesen internationalen Verkehr mit Weizen, der ja an und für sich zu begrüssen wäre, wurde jedoch ein anderer Uebelstand für die Mühlen hervorgerufen, der heute darin besteht, dass in der Mehlfabrikation selbst ein Nutzen nur zum allergeringsten Teile gesucht und gefunden werden kann, sondern nur ein Gewinn aus überlegt oder zufällig richtiger Beurteilung des Weltmarktes und der jeweiligen Konjunkturen zu finden ist. Dass selbst bei klarstem Blicke, ruhigster Ueberlegung, verständiger Beurteilung der jeweiligen Weltmarktslage unangenehme Ueberraschungen nicht ausbleiben, hat leider mancher Müller an seinem eigenen Leibe erfahren müssen, denn die Spekulation und oft künstliche Machenschaften des Grossgetreidehandels und der Ringe, ausgestattet mit Riesenkapitalien oder Krediten, machen nicht selten logische Kombinationen der Weizenkonsumenten zu Wasser.

Gegen Einfuhr guten Weizens würde gewiss kein Müller etwas einzuwenden haben, wenn unberechenbare und sprungweise Preisschwankungen dabei vermieden würden und, was die Hauptsache ist, der Preis des Mehles in richtigem Verhältnis zu den Weizenpreisen stehen würde. Setzt man für ein Land genügenden Schutzzoll gegen Mehlimport voraus, so kommt man, wenn man einen Augenblick von unvorhergesehenen Weizenkonjunkturen absieht, zu dem Schlusse, dass doch der Fabrikant, und das ist in diesem Falle der Müller, einen guten Teil der Schuld trägt, dass ihm an der Fabrikation wenig oder kein Nutzen bleibt; denn es ist ihm anheimgestellt, den Fabrikationsnutzen zu verlangen und darauf zu bestehen.

Dieses Geschäftsprinzip, ohne Fabrikationsnutzen, der sich nach Abzug der Kosten für Rohmaterial, Regie, Zinsen, Amortisation ergibt, nicht zu verkaufen, lässt sich nicht durch sogen. Preiskonventionen, wie die Erfahrung gezeigt hat, durchführen, sondern es muss von innen herauswachsen, d. h. der einzelne Müller sollte schon den Geschäftsstolz haben, ohne einen Fabrikationsnutzen, der sich aus dem jeweiligen Weizenpreise ergibt, nicht zu verkaufen. In Wirklichkeit sieht die Sache etwas anders aus, und wenn man mitten im Getriebe stehend zusieht, wie fast in allen Ländern ein Müller dem anderen die Luft beinahe nicht gönnt und, ohne gewissenhaft zu kalkulieren, den Konkurrenten nur durch Preisunterbietungen zu bekämpfen sucht, so kann man sich des Gedankens nicht entwehren, dass der einzelne Müller einen guten Teil der Schuld an dem allgemeinen Missstand in der Müllerei trägt, und dies gilt für fast alle Länder Europas. Der ganze Mehlverkauf ist so verfahren, dass es jetzt dem Einzelnen schwer möglich ist, gegen die bestehenden Missbräuche anzukämpfen, und bei Zusammenschluss zu Konventionen ist leider der am schlechtesten daran, der die Konvention am ehrlichsten hält.

Sind jedoch die allgemeinen Verhältnisse in der Müllerei wieder annehmbare, dann wird der Müller seinen Nutzen wieder mehr in der Fabrikation selbst suchen und Verbesserungen in seiner Einrichtung anstreben, denn er kann gerade so gut Mehl erzeugen, das dem besten Ungarmehle gleichsteht, nur muss es ihm auch gezahlt werden. Dass Frachtverhältnisse der Rohstoffe und der Fabrikate heute meist *allein* schon für Rentabilität der Mühlen ausschlaggebend sind, ist ein Beweis, wie sehr die Mehlfabrikation darniederliegt. Zur Erzeugung wirklich guter Mehle gehört ausgebildetste Hochmüllerei und damit verbunden beste Griessputzerei, über welche ich nach vorstehenden Abschweifungen einiges bringen will.

Mit Einführung der Walzen zum Schroten, Auflösen und Mahlen hat infolge des Umstandes, dass mehr und schönere Griesse aus dem Weizen erzeugt werden als früher mit den Mahlgängen, die Griessputzerei nach und nach einen sehr hohen Vollkommenheitsgrad erreicht.

Die Verunreinigungen der Griesse durch Kleie sind zweierlei Art, entweder an den Griessen noch *anhaftende* Kleien und Keimteilchen, oder *lose beigemengte* Kleienteile, die spezifisch leichter sind. Die Verunreinigung durch Erde und Steinchen übergehe ich, weil diese nicht durch Griessputzerei entfernt werden können und schon in der Getreidereinigung beseitigt werden müssen. Diese schwarzen Teile in Griesskörnergrösse werden irrtümlich oft für Radenteile gehalten.

Die ersteren, d. h. die anhaftenden Kleienteilchen, können rationell nur durch Auflösen mit Walzen beseitigt werden, und zwar in der Weise, dass der Mehlkörper, weil viel spröder, in kleine Partikelchen zerdrückt und verschoben wird, während die Keime und Kleienteilchen als zähe Masse zusammenhängend breitgedrückt werden und dann über die Gaze des nachfolgenden Sortierapparates hinweggehen, während der Mehlkörper durch die Maschen der Gaze fällt. Die den Griessen *beigemengten* Kleien und Keimteilchen

werden durch den Saugwind aus den spezifisch schwereren Griessen abgesaugt.

Es ist also gerade so widersinnig, mittels einer Griessputzmaschine Griesse putzen zu wollen, bei denen die Kleie *anhaftet*, als es sehr schädlich und verwerflich ist, das Putzen der Griesse, denen die spezifisch leichteren Kleienteilchen nur *beigemengt* sind, auch nur teilweise durch Auflösen mit Walzen zu ersetzen. Diese grundfalsche Anschauung findet man häufiger bei Müllern vor, als man glauben sollte, obschon ein auch nur flüchtiges Nachdenken zu der Ueberzeugung führen muss, dass die Walzen die isolierten leichten Kleienteilchen zertrümmern und letztere als Staub mit dem Mehle weitergehen, dieses also verunreinigen.

Um die Griesse richtig zu putzen, müssen sie nach der Körnung sortiert werden. Bei den ganz alten Griessputzmaschinen (sogen. Wienerstäuben) hatte man Blaswind, während heute kein Mensch mehr daran denkt, etwas anderes als den viel genauer regulierbaren Saugwind zu benutzen; elektrische Griessputzmaschinen, zu deren Fabrikation und Einführung besonders in Amerika enorme Summen aufgewendet wurden, konnten sich nicht behaupten, und so kann man sagen, dass heutzutage ausschliesslich Saugwind verwendet wird, wenngleich die Art und Weise der Verwendung derselben eine grosse Anzahl Variationen aufweist.

Alle Griessputzmaschinen mit Saugwind haben einen vorhergehenden Sortierapparat in Gestalt eines Siebes u. dgl., der die Griesse nach Grösse der Körnungen sortiert und jede Gruppe von gleicher Körnung einem eigenen Saugwinde zuführt. Je vollkommener diese Sortierung ist, d. h. je genauer gleich gross die einzelnen in eine Saugabteilung gelangenden Griesskörner sind, desto vollkommener kann die Putzwirkung erzielt werden, da bei *gleichem* Volumen aber *verschiedenem* spezifischem Gewichte der Griesskörner die Saugwirkungsdifferenz am besten ausgeprägt ist, und hierauf beruht ja die mehr oder weniger vollkommene Putzwirkung.

Bei den alten Griessputzmaschinen wurde, soweit sie mit Abrätern versehen waren, fast ausnahmslos der Fehler gemacht, dass diese eine zu geringe Geschwindigkeit und einen zu grossen Hub hatten, weshalb man das nicht erreichte, was man heute mit kleinem Hube und grosser Tourenzahl erreicht, nämlich genauere Sortierung in der Körnung und vor allem den Vorteil, dass sich bei dieser Bewegung, bei der Einzelstösse gar nicht bemerkbar sein dürfen und das Putzmaterial gleichsam vibrierend über das Sieb schwimmt, die leichteren Teile sich oben auf der Oberfläche des Griessgemisches ansammeln und grösstenteils, ohne in die Saugabteilung zu gelangen, von vorneherein vom Siebe abgestossen werden. Ein weiterer Vorteil der mit grosser Tourenzahl, aber kleinem Hube arbeitenden Abräter ist der, dass bei dieser Bewegung das Sieb immer gleichmässig von Putzmaterial bedeckt ist. Der Abräter übernimmt somit einen nicht unwesentlichen Teil der Putzarbeit, und je exakter die durch das Sieb fallenden Griesse der Körnung nach sortiert sind, desto grösser ist die Aussicht auf erfolgreiches, vollständiges Reinigen derselben.

Es dürfte einleuchtend sein, dass der Abstand der Grösse der kleinsten bis zu den grössten Griesskörnungen eines auf ein und denselben Abräter kommenden Gemisches nicht zu gross sein soll, da sonst die vorderen feineren Blätter des Siebes gegenüber den hinteren quantitativ zu überlastet sind und die kleineren Körner wenigstens teilweise erst durch die nachfolgenden gröberen Siebe durchfallen, wodurch ein gleichmässiges Putzen in den Saugräumen mindestens erschwert, wenn nicht ganz in Frage gestellt wird.

In erhöhtem Masse macht sich ein solcher Fehler bei neuen rationell in der Weise im Prinzipe arbeitenden Griessputzmaschinen bemerkbar, dass der Wind durch das Sieb hindurchsaugt und die oben auf dem Griessgemische schwimmenden leichteren Teile in die Höhe nimmt, denn dann kann der Wind nicht richtig durch das am Einlauf zu hoch geschichtete Gemische durchziehen, während gegen den Ablauf zu die Schicht gewöhnlich zu dünn ist und somit gute Griesse leicht mit fortgerissen werden oder doch nicht durch das Sieb fallen.

Es ist daher unfraglich rationeller, bei grossen Abständen in der Körnungsgrösse *vor* der Griessputzerei schon Gruppen der Griesse mit beschränkter Anzahl Körnungen zu bilden durch Sortieren mit Cylinder, Sortiersieb u. s. w. und jede einzelne Gruppe einer Griessputzmaschine zuzuführen. Wie es ein Fehler ist, dem Abräter einer Griessputzmaschine ein Griessgemische von zu grossen Körnungsabständen zuzuführen, ist es auch gerade so verwerflich, mit der Sortierung *vor* der Griessputzerei zu weit zu gehen, d. h. den Abstand in der Körnungsgrösse nicht so gross zu haben, dass für jede der einzelnen Siebmaschenweiten die entsprechende Korngrösse vorhanden ist. Wenn man z. B. in einem Putzgute nur die den Körnergrössen entsprechende Griessgaze Nr. 36 und Nr. 38 hat und solche einer Putzmaschine mit vier Blättern auf dem Abräter, die dem entsprechend vier Saugräume hat, zuführt, die mit vier nacheinander folgenden Griessgazenummern bespannt ist, so wird mindestens ein Teil der Griesse, je nachdem die Gazenummern gegenüber der Nummer des Sortierapparates aufwärts oder abwärts steigen, entweder zwecklos auf dem Abräter herumtanzen, oder es werden gleich alle Griesse am Anfange durchfallen.

Es hat sich in der Praxis die Verwendung von Sieben mit vier verschiedenen Blättern als am geeignetsten herausgebildet, mit je einer Differenz von einer eventuell auch zwei Griessgazenummern.

Von den Griessputzmaschinen, welche die Griesse zentrifugal mit horizontaler Platte oder auf andere Weise schleuderten und bei welchen die Griesse dann während des freien Falles ausgesaugt wurden, ist man abgekommen, da sie, wenn man überhaupt eine Wirkung erzielen wollte, eine absolut gleiche Geschwindigkeit haben mussten und das Prinzip, dass die besten Griesse bei gleicher Körnung am weitesten geschleudert werden, praktisch sich nicht so geltend machte, dass eine Wirkung hierauf beruhend erkennbar war.

Von den heute in Verwendung stehenden Griess- und Dunstputzmaschinen unterscheidet man hauptsächlich zwei Gruppen. 1. Solche, bei welchen die Griesse frei herabfallen und während des Fallens mittels eines durchziehenden Windstromes den mitfallenden Keimteilchen eine andere Fallrichtung gegeben und diese dadurch abgesondert werden. 2. Solche, bei welchen der Wind durch die Siebbespannung und die darauf liegenden Griesse saugt und die leichteren Teile in die Höhe hebt und entfernt.

Sowohl bei der ersten als bei der zweiten Art war der Blaswind die Vorstufe zum Saugwind, denn die Wiener Stäuben hatten Blaswind und die Maschine von *Cabannes*, die schon zu der zweiten Abteilung zu rechnen ist, hatte Druckwind, während einzelne amerikanische Konstruktionen, wie die *Willford*'sche, unter dem Siebe Druckwind und über demselben Saugwind gleichzeitig wirkend hatten. Bedingung für eine gute Wirkung beider Arten ist die, dass nicht direkt vom Exhaustor durch die Jalousien oder durch den Abräter gesaugt wird, sondern dass ein grösserer Raum dazwischen geschaltet ist, um die Geschwindigkeit der Luft darin geringer zu machen, als sie im eigentlichen Putzraum ist und ein Absetzen der mitgerissenen Kleienteile sowohl, als auch eine bessere Regulierung der Windströmungen im Arbeitsraume zu ermöglichen.

Dass bei den Griessputzmaschinen, die im freien Raume saugen, jeder einzelne Saugkanal bezüglich der Windströmung für sich und unabhängig von den übrigen Saugkanälen reguliert werden kann, ist eine unerlässliche Bedingung, ebenso wie es notwendig ist, dass bei Maschinen, bei welchen der Wind durch den Abräter saugt, der Wind für jedes Siebblatt für sich regulierbar sein muss.

Die Maschinen, die im freien Raume saugen, ergeben als geputzte Ware verschiedene Abstufungen in Reinheit, nämlich die reinen Griesse und sogen. Ueberschläge, während beide Maschinenarten als Abgang reine Flugkleie ergeben sollen. Bei Maschinen, die durch den Abräter saugen, erhält man nur fertig geputzte Griesse und Flugkleie, sogen. Abstoss.

Betrachtet man bei ersteren Maschinen die sogen. Windüberschläge genauer, so findet man, dass es fast ausschliesslich Griesse mit anhaftenden Kleienteilchen sind, welche bei der zweiten Maschinenart, wenn die Bespannungen des

Siebes richtig gewählt sind, vom Winde hochgehalten und über das Sieb hinweggeleitet werden, wo sie bei guten Maschinen, wie bei der *„Reform“*, durch einen kräftigen Saugwind frei fallend nochmals für sich ausgesaugt werden, so dass dieser Siebübergang unbedenklich direkt den Auflöswalzen zugeführt werden kann.

Dass bei allen Griess- und Dunstputzmaschinen das zugeführte Material mehlfrei sein muss, ist selbstverständlich; denn Mehl in den Griessen wird von jeder Maschine ausgeblasen und erschwert nur richtiges Putzen. Ebenso müssen auch bei allen Griessputzmaschinen die Siebe vor dem Verlegen geschützt werden; die Reinigung derselben wird bei allen guten Maschinen durch rotierende Bürsten auf der unteren Seite der Siebe o. dgl. bewerkstelligt.

Bei den Maschinen, die im freien Raume saugen, wird meistens der Wind mit der leichten Flugkleie in ein Staubhaus geleitet, manchmal auch in einen Cyklon oder Schlauchfilter. Macht man ein Staubhaus nicht sehr gross, mit verhältnismässig grossem Windabzug ins Freie, dann entsteht die Gefahr, dass die Geschwindigkeit des ins Freie ziehenden Windes zu gross wird und derselbe den Staub mit ins Freie fortreisst. Wenn mehrere Maschinen in ein gemeinsames Staubhaus blasen, werden häufig einzelne Maschinen gestört, da die Luftwiderstände im Staubhaus wechseln und man häufig auch Gegendruck erhält.

Wenn überhaupt schon ein grosses Staubhaus unangenehm ist, so wird dasselbe in grossen Mühlen, in welchen Dutzende von Griessputzmaschinen gebraucht werden, zu einer Quelle steten Aergers. Abgesehen von diesen Unannehmlichkeiten, nehmen alle Griessputzmaschinen, die in ein Staubhaus blasen, mehr Kraft weg als solche, welche frei ausblasen, denn die in einem Staubhause sowohl, wie auch in Cyklons und Schlauchfiltern unvermeidliche Luftspannung wirkt auf den Exhaustor der Maschine zurück und verursacht deshalb bei diesen erhöhten Kraftbedarf.

Es wurde auch — besonders von Amerikanern — versucht, die ausgeblasene Luft zum Saugen wieder zu verwenden, so dass ein Kreislauf des Windes entsteht. Diese Methode hat sich jedoch, wie vorauszusehen war, nicht bewährt und konnte sich auch nicht halten.

Die Entbehrlichkeit des Staubhauses und der Umstand, dass man keine halbgeputzten Zwischensorten, wie Ueberschläge u. s. w. erhält, und fertig geputzte Griesse sowohl als auch Flugkleie u. s. w. *gesammelt* direkt von der Maschine abzieht, machen allein schon die *„Reform“*, die man vielfach, aber in nicht sehr gelungener Weise, nachzubauen sucht, zur Maschine der Zukunft und bei automatischem Betriebe sind diese Maschinen, ohne die Anlage ins Endlose zu komplizieren, schlechterdings nicht zu entbehren. Es ist ja auch anderweitig vielfach versucht worden, den aus den Griessen und Dunsten abgesaugten Kleienstaub und die Flugkleie in der Maschine selbst zu sammeln und dies ist auch teilweise gelungen. Die Schwierigkeit besteht aber darin, die gesammelten Unreinigkeiten aus der Maschine sicher heraus zu bringen, ohne dass sie mit stärkeren Windströmungen nochmals in Berührung kommen, da sie sonst vom Exhaustor ausgeblasen werden. Diese Schwierigkeiten hat *Heinrich Seck* in Dresden mit seiner *„Reform“* gelöst und es auch verstanden, in geschickter Weise seine hierauf abzielende Konstruktion patentrechtlich in allen Kulturstaaten zu schützen.

Je nach dem Feinheitsgrade der Körnung unterscheidet man Griesse und Dunste. Die Grenze, wo die feinen Griesse Dunste und nicht mehr Griesse genannt werden, ist verwischt und richtet sich ebenso nach den individuellen Anschauungen und Sprachgebräuchen, wie auch die Grenze zwischen Mehl und Dunst nicht mehr allgemein gültig präzisiert werden kann.

Durchschnittlich gilt als Regel, dass Müller, die ausschliesslich beste harte Weizen vermahlen, mit den Begriffen feine Griesse und Dunste auf viel höhere Feinheitsgrade hinaufgehen, als Müller, die vorherrschend weichere Weizen vermahlen. Es ist dies auch ganz erklärlich, denn harte, sandige Dunste lassen sich z. B. unter Umständen noch durch so feine Gaze putzen, durch welche weiche, flaumige Dunste sortiert schon als Mehl betrachtet werden. So gibt es in der Ostschweiz gute Mühlen, die ohne Schwierigkeiten mit der *„Reform“* durch Gaze Nr. 10 und selbst Nr. 11 noch putzen, während dies in Deutschland und wohl auch in der Westschweiz schon Mehl ist.

So lange die Griessputzmaschinen, die durch den Abräter saugen, zum Absondern der Flugkleie mit Filter im Saugraum versehen waren, um die Staubkammer zu entbehren, war es nicht möglich, mit diesen Maschinen *grobe* Griesse so rein zu putzen, wie es aus dem freien Raum saugende Maschinen, deren es eine Legion Konstruktionen gab, fertig brachten. Es war eben nicht möglich, in verlässiger Weise den Saugwind durch das Filter zu bringen und letzteres vor dem Verlegen zu schützen; auch brauchten diese Maschinen, wie leicht erklärlich, verhältnismässig mehr Kraft.

Mit dem als Ersatz für das Filter über dem Abräter angebrachten und mit demselben hin und her gehenden Fangroste für Staub und feine Flugkleie hat *Heinrich Seck* auch die Schwierigkeiten vorzüglich gelöst, die dem Putzen grober Griesse bis dahin entgegenstanden und einen neuen Typus der Griessputzmaschinen geschaffen, mit denen alle Sorten Griesse und Dunste in bisher unerreichter Weise geputzt werden können und zwar *ohne* Staubhaus und *ohne* Windleitung.

Dunste und besonders feine Dunste in vollkommener Weise auf Maschinen zu putzen, die aus freiem Raum und nicht durch den Abräter saugen und in eine Staubkammer blasen, ist schlechterdings nach heutigen Ansprüchen nicht mehr möglich, denn man schwebt dabei beständig in der Gefahr, entweder die Dunste in das Staubhaus zu blasen oder überhaupt keine Putzwirkung zu erzielen.

Mit der *„Reform“* ohne Filter kann man heute Griesse und Dunste ohne Unterschied gleich verlässig putzen, ohne befürchten zu müssen, dass gute Dunste vom Exhaustor mit in die Flugkleie fortgerissen werden, denn die Wirkung des Abräters ist eine so günstige, da er alle leichten Teile oben schwimmend hält, dass der durch die Dunstschicht ziehende Saugwind nach und nach diese leichten Teile hebt und sie auf einen Moment in eine grössere Luftgeschwindigkeit zwischen die Kanäle des Fangrostes bringt, wo sie ganz in die Höhe gezogen werden, um sich dann im Saugraume, wo fast keine Luftbewegung mehr herrscht, in die Fangkanäle abzusetzen und dann nach aussen befördert zu werden (Fig. 1). Der leichte Staub wird im Oberteile der

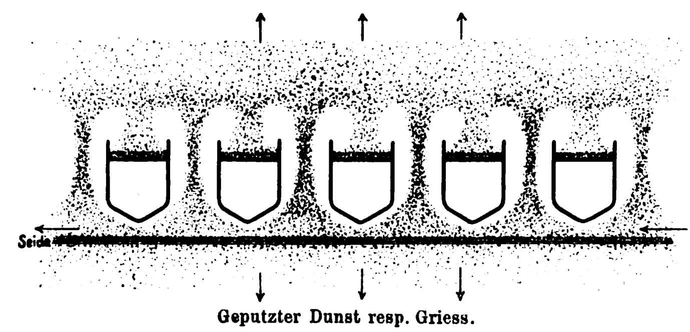


Fig. 1.

Maschine in kammerartigen Räumen aufgefangen, so dass die Maschine unter normalen Verhältnissen und besonders wenn Griesse und Dunste mehlfrei sind, reine Luft ausstösst.

In Fällen, wo *nur* ganz feine Dunste (Nr. 8, 9, 10 und 11) von harten Weizen auf der Reform geputzt werden sollen — aber einzig und allein nur für diese Fälle —, hat *Seck* neuerdings sein eingeschaltetes Filter, aber gegen das frühere wesentlich verbessert, mit Recht wieder verwendet, denn bei so feinen Dunsten, die, wie gesagt, nach mancher Müller Ansicht schon Mehl sind, kann, wenn das bedienende Personal aus Unachtsamkeit plötzlich übermässigen Wind auf die Maschine gibt, leicht gute Ware in den Abstoss kommen und ausserdem soll bei so feiner Ware der durch die verschiedenen Blätter des Abräters ziehende Wind so gleichmässig wie nur möglich sein, was durch Einschaltung des Filters noch besser erreicht wird.

Bei den heutigen Verhältnissen sucht man natürlich gerade so an Bedienungsmannschaft für die Griessputzerei

zu sparen, wie man es in anderen Abteilungen des Mühlenbetriebes und in jeder Industrie zu thun gezwungen ist, und arrangiert die Griessputzereien gerne so, dass Griesse und Dunste mindestens bei der Schroterei direkt den Putzmaschinen zugeleitet werden.

Hierbei hat man den weiteren Vorteil, dass jede Maschine immer gleichmässig dieselbe Beschüttung erhält und infolgedessen besser und verlässiger putzt, was entschieden der Beschüttung von Hand vorzuziehen ist, bei welcher die Putzmaschinen immer wieder reguliert werden müssen und durch Transport der Säcke, Aufschütten u. s. w. immer wieder Mehl erzeugt wird, abgesehen von Verunreinigungen und falschem Aufschütten der Putzgriesse.

Nachstehend will ich je ein Schema für eine Schroterei mit eingeschalteter Griessputzerei für eine kleinere Mühle, bei der nacheinander alle Schrote auf ein und demselben Schrotstuhle gemacht werden, vorführen und dann eine durchgehende Schroterei (6 Schrote) mit eingeschalteter Griess- und Dunstputzerei bringen. Ich bemerke hierbei, dass ich des besseren Verständnisses wegen für die Sortierung Cylinder und für das Mehlsichten Zentrifugalsichtmaschinen angenommen habe, dass aber diese Sortier- und Sichtapparate auch gerade so gut anderer Konstruktion sein können.

In Schema Fig. 2 ist a der doppelte Vorratskasten für Weizen und abgebeutelten Schrot, welcher auch den

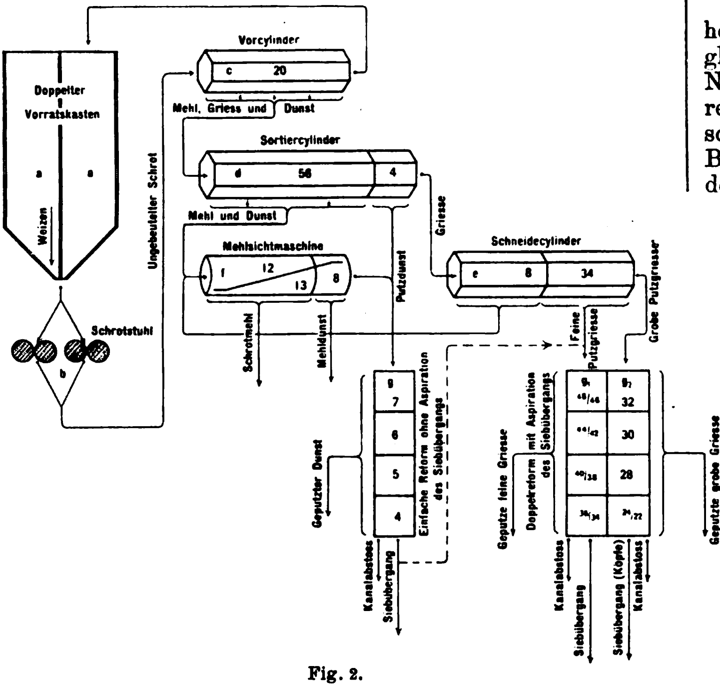


Fig. 2.

Schrotwalzenstuhl b speist und zwar auf beide Walzenpaare gleichzeitig. Nach Passierung dieses Walzenstuhles geht der ungebeutelte Schrot nach dem mit Drahtgewebe bespannten Vorcylinder c (etwa mit Nr. 20—22 Wiener Numerierung bespannt), welch letzterer Mehl, Dunst und Griess durch seine Bespannung fallen lässt, während der abgebeutelte Schrot nach der zweiten Hälfte des Vorratskastens a zurückgeht, um später als nächstfolgender Schrot dem Walzenstuhl wieder zugeführt zu werden. Griess, Dunst und Mehl gehen nun zunächst nach dem Sortiercylinder d, der auf seinem vorderen grösseren Teile etwa durch Griessgaze Nr. 56 Mehl und Dunst fallen lässt, während am Ende nur noch Dunste ungefähr durch Gaze Nr. 4 fallen. Der Uebergang dieses Sortiercylinders d wird dem Scheidecylinder e zugeführt.

Mehl und Dunst des Sortiercylinders d werden dem Mehlsichter f zugeführt, der auf seinem vorderen grösseren Teil fertig gesichtetes Schrotmehl fallen lässt, während er am Ende ein Dunstblatt hat, das Dunste durchlässt, die nicht mehr geputzt zu werden brauchen und den weiteren Zweck hat, zu verhüten, dass in dem Uebergange des Sichters etwa noch Mehl sein sollte.

Der Uebergang der Mehlsichtmaschine f und der Dunst, der durch das hintere Blatt des Sortiercylinders d (Nr. 4) fällt, gehen unter der Voraussetzung, dass nicht etwa durch dazwischen geschaltete Transportmittel sich nochmals Mehl gebildet hat, nach der einfachen Dunstputzmaschine g, um dorten in vier Sorten sortiert fertig geputzt zu werden.

Der Uebergang des Sortiercylinders d geht, wie schon erwähnt, nach dem Scheidecylinder e, welcher durch seine Dunstbespannung am vorderen Ende unterwegs noch gebildetes Mehl und feinen Dunst fallen lässt und nach der Mehlsichtmaschine schickt, während der Durchfall der zweiten Hälfte des Scheidecylinders e, d. h. feine und mittlere Griesse, nach der einen Hälfte der Doppelreform g_1 gehen und hier fertig geputzt werden.

Unter Umständen kann man auch den Siebübergang der Dunstreform g, wie punktiert angedeutet, der ersten Hälfte g_1 der Doppelreform zuführen. Man kann dann die Bespannung der Dunstreform g verhältnismässig etwas fein nehmen, so dass man absolut reine Dunste bekommt und das geringe Quantum heller feiner Griesse, das sich etwa noch im Siebübergang vorfinden sollte, auf dem Abräter g_1 mit herausgeputzt wird.

Der Uebergang des Scheidecylinders e geht auf die zweite Hälfte g_2 der Doppelreform und wird dorten fertig geputzt. Den Siebübergang bei g_2 bilden hier sogen. Köpfe, welche durch die an der Maschine befindliche Aspiration im freien Falle ausgesaugt werden und so zum Auflösen (mit Riffelwalzen) auch fertig sind.

Wie aus dem Schema und der kurzen Beschreibung hervorgeht, hat man ohne Handarbeit beim Abschroten gleichzeitig auch alle Griesse und Dunste fertig geputzt. Natürlich muss nach dem vierten Schrot bei der Doppelreform $g_1\, g_2$ die Bespannung gewechselt werden, was jedoch schnell und während des Betriebes geschehen kann. Das Blatt Nr. 4 des Sortiercylinders d dürfte dann auch nach der Hälfte g_1 der Doppelreform umgesteckt werden u. s. w.

Die angegebenen Bespannungsnummern sind natürlich nur annähernde, da sich solche nach der Anzahl der Schrote, den Weizenqualitäten u. s. w. richten.

Das Diagramm Fig. 3 zeigt die Anlage einer Griessputzerei für eine grössere Mühle, für sechsfache Schrotung, bis zur ersten Dunstmahlpassage, da bei den weiteren Mahlpassagen für gewöhnlich keine Dunste mehr geputzt werden.

Es sei ferner von vornherein bemerkt, dass für die Sortierung und Mehlsichtung zu dieser Schroterei, Auflössystem und Griessputzerei eine grosse Anzahl Variationen gegeben sind, dass aber das im Diagramme vorgeführte Sortiersystem deshalb gewählt wurde, weil es sich in der Zeichnung leicht übersehen lässt und sich in der Praxis für *verschiedene* Weizenqualitäten, weiche und harte, der Rundsichter als Vorsichter, der Prismacylinder als Sortiercylinder und die Zentrifugalsichtmaschine als Mehlsichter bisher als am besten und verlässigsten unbestreitbar bewährt hat.

Wenn wir das Diagramm verfolgen, so sehen wir, dass der gereinigte Weizen, in zwei Körnergrössen geschieden, je einem Walzenpaare des ersten Schrotstuhles a zugeführt wird. Diese Scheidung ist deshalb von nicht zu unterschätzendem Werte, weil jedes Korn dann gleichmässig und womöglich der Kerbe nach angeschrotet wird und der in der Kerbe haftende Staub und Schmutz gleich ins erste Schrotmehl (Blaumehl) kommt. Macht man es nicht so, dann werden die kleineren Körner erst beim zweiten Schrote angeschrotet und die zweiten Schrotdunste sowohl, als auch besonders das zweite Schrotmehl, wird wesentlich verschlechtert. Der erste Schrot ist daher nur als eine Ergänzung der Getreideputzerei zu betrachten, selbst wenn letztere noch so vollkommen ist. Für jede Schrotpassage ist ein doppelpaariger Schrotstuhl a_1 bis a_5 vorgesehen und nimmt jeder folgende Stuhl den abgebeutelten Schrot des vorhergehenden auf, während der letzte Stuhl a_5 das Schroten beendet und in den meisten Fällen die Kleie fertig macht. Das erste Schrotprodukt geht vom Schrotstuhl a auf einen mit Draht bespannten Vorcylinder b, die zweite, dritte und vierte Schrotung auf je einen mit gelochtem Blech bespannten Rundsichter $b_1\, b_2\, b_3$ (mit rotierender Bürste auf dem Mantel), der fünfte Schrot auf einen mit gelochtem Blech bespannten Zentrifugalvorsichter b_4 und der sechste

Schrot auf eine Kleienbürstmaschine b_5, die ebenfalls mit gelochtem Blech bespannt ist. Diese Vorsichtmaschinen bespannte man früher alle mit Drahtgewebe, doch hat sich gelochtes Blech besser bewährt, da es sich weniger verlegt und dauerhafter ist.

Alle diese sechs Vorsichtmaschinen haben den Zweck, durch ihren Mantel Griess, Dunst und Mehl fallen zu lassen, resp. die Schrote rein von den letzteren abzusortieren, und da zu diesem Zwecke beim fünften und sechsten Schrote ein intensiveres Sichten und sogar ein Abnehmen der lose am Schrote hängenden Mehl- und Dunstteilchen erforderlich ist, so sind diese intensiv wirkenden Sichtapparate hierfür auch am Platze.

Nebenbei sei bemerkt, dass es in der Müllerei Prinzip ist, bei der Sichtung fertige Produkte (Mehl) so schnell als Transportmittel, wie Schnecken und Elevatoren, zu passieren haben, ehe sie auf die Griessputzerei gelangen, unbedingt noch sogen. Abzugscylinder eingeschaltet werden müssen, um das wieder erzeugte Mehl zu entfernen.

Die Uebergänge der vier Sortiercyinder c bis c_3 sind Griesse und zwar ein Gemisch in der Körnung von etwa Nr. 50 bis zu Nr. 18. In der Qualität weisen diese Griesse der vier ersten Schrote keine so erheblichen Unterschiede auf, als dass sie nicht selbst bei grösseren Mühlen unbedenklich zusammengeführt, geputzt und weiter verarbeitet werden könnten.

Dieses Griessgemisch wird nun, wie das Diagramm zeigt, einem Sortierapparat, Cylinder, Rundsichter u. s. w. zugeleitet und ist ein Sortiersieb e deshalb im allgemeinen vorzuziehen, weil man es dabei in der Hand hat, je nach

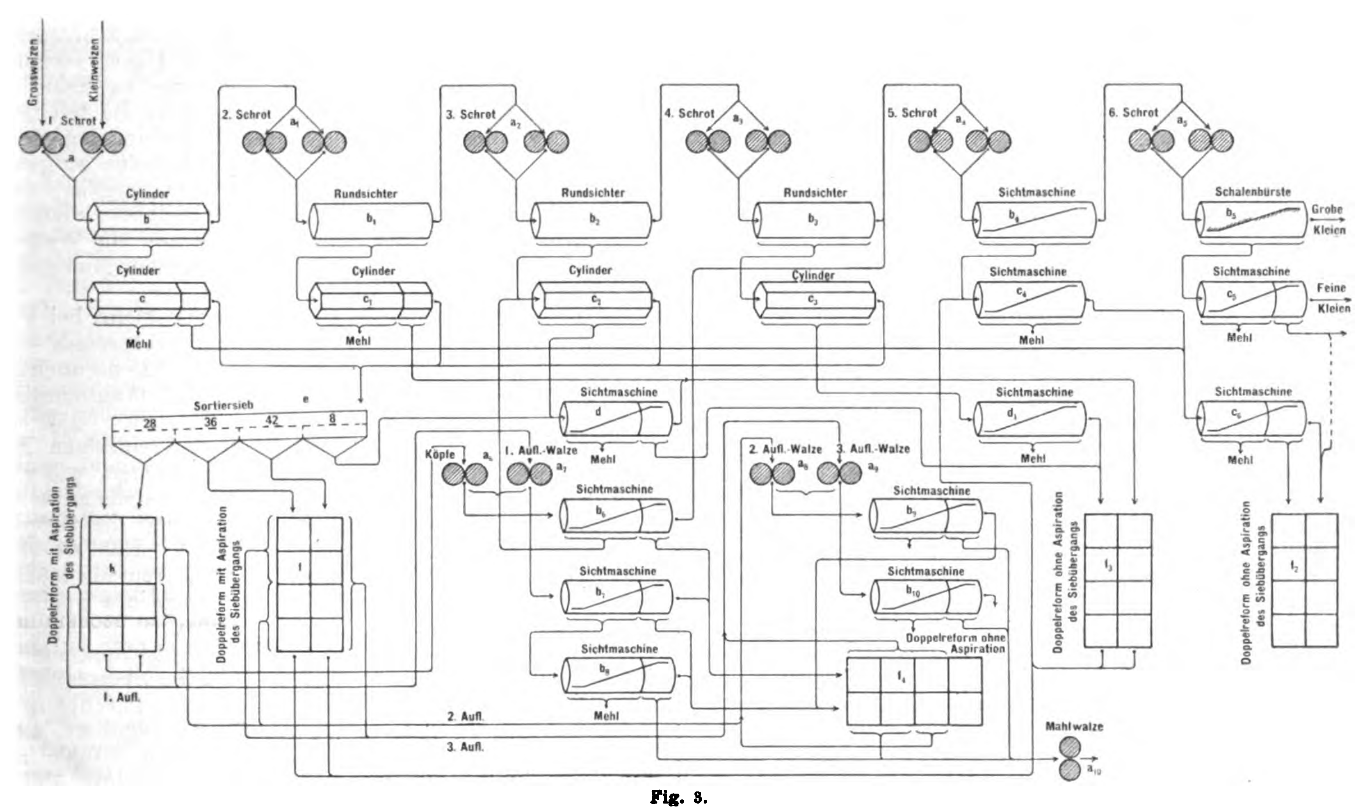


Fig. 3.

möglich abzuscheiden und auf keinen Fall einer Mahlmaschine wieder mit zuzuführen.

Die von den Vorsichtmaschinen b bis b_5 abgesichteten Griesse, Dunste und Mehle gehen je zusammen auf die Sortiercylinder oder Sichter c bis c_5.

Der Uebergang dieser Sortiercylinder c bis c_3 ist Griess, der Uebergang des Sortierzentrifugalsichters c_4, der gleichzeitig als fünfter Schrotmehlsichter gilt, Dunst, während der Zentrifugalsichter c_5, der auch sechster Schrotmehlsichter ist, feine fertige Kleie als Uebergang hat, unter Umständen aber auch noch diesen Uebergang zum Fertigmahlen den Mahlmaschinen abgibt.

Der Sortiercylinder c dient gleichzeitig als sogen. Blaumehlcylinder und lässt an seinem hinteren Ende separat durch seine Dunstbespannung mehlfreien ersten Schrotdunst fallen. Ebenso dient der Sortiercylinder c_1 als zweiter Schrotmehlcylinder und lässt ebenfalls mehlfreie zweite Schrotdunste separat fallen, während der Zentrifugalsichter c_5 das sechste Schrotmehl und separat noch ein kleines Quantum Dunst abgibt, das unter Umständen noch zu putzen ist.

Die bei den Sortiercylindern c_2 und c_3 durchfallenden Mehle und Dunste des dritten und vierten Schrotes gehen je auf den Zentrifugalmehlsichter d und d_1, wo das dritte und vierte Schrotmehl abgesichtet wird. Der Sichter des dritten Schrotmehles d lässt an seinem hinteren Ende durch ein Dunstblatt mehlfreien Dunst fallen, der zum Uebergange des vierten Schrotmehlsichters passt. Bei grossen Anlagen wird diese verhältnismässig sehr einfache Schrotsortierung natürlich noch viel weiter ausgedehnt und bemerke ich, dass besonders auch da, wo die Griesse und Dunste noch dem zu vermahlenden Weizen die Bespannungen zu wechseln. Dieses Sortiersieb e hat eine rotierende Bürste, um die Maschen der Bespannung vor dem Verlegen zu schützen und läuft, von aussen bezüglich des Gefälles regulierbar, in einem geschlossenen Kasten, um Verstaubung zu vermeiden.

Das erste Blatt des Sortiersiebes e ist mit feiner Dunstgaze bespannt, um das Mehl, das sich allenfalls auf dem Wege gebildet haben sollte, nach dem dritten Schrotmehlsichter d abzugeben. Das zweite Blatt des Sortiersiebes gibt feine Griesse, etwa Nr. 50 bis 42 an die eine Hälfte der Doppelreform mit Aspiration f ab, wo diese Gruppe in vier Körnungen sortiert und in *einem* Durchgange vier Sorten reine feine Griesse gibt, während der Siebübergang nach dem Zentrifugalsichter c_4 geht und, wie wir später sehen, nochmals sortiert und nachgeputzt wird.

Das dritte Blatt, Nr. 36 des Sortiersiebes e, mündet auf die zweite Hälfte der Doppelreform f und wird hier diese Gruppe, Nr. 42 bis 36, wie vorgehend beschrieben, ebenfalls in einem Durchgange geputzt, während der Siebübergang auch nach vorgenanntem Zentrifugalsichter c_4 geht. Das vierte Blatt, Nr. 34 bis 28, mündet auf die eine Hälfte der Doppelreform f_1 mit Aspiration, der Siebübergang, als gröbste Sorte Griesse, auf die zweite Hälfte der Doppelreform f_1. Den Siebübergang der Doppelreform f_1 bilden sogen. Köpfe, die in der nach dem Abräter angebrachten sogen. Aspiration der Reform f_1 frei fallend ausgesaugt und von etwaiger Kleie befreit werden, um so den geriffelten Kopfauflösewalzen a_6 zugeführt zu werden.

Die durch das Dunstfach des ersten Sortiercylinders c

fallenden Dunste und der Uebergang des Zentrifugalsichters c_4 sind ziemlich gleichwertig und gehen zusammen nach dem Zentrifugalsichter c_6, der allenfalls gebildetes Mehl abnimmt und durch sein Dunstblatt am Ende feineren Dunst auf eine Hälfte der Doppelreform f_2 ohne Aspiration fallen lässt, während der Uebergang des Zentrifugalsichters c_6 der zweiten Hälfte der Doppelreform f_2 zugeleitet wird und beide Dunstsorten je in vier Sorten hier sortiert und fertig geputzt werden.

Die durch das Dunstblatt des Sortiercylinders vom zweiten Schrot c_1 fallenden Dunste und der Uebergang des Mehlzentrifugalsichters d des dritten Schrotes gehen zusammen auf die eine Hälfte der Doppelreform f_3 ohne Aspiration des Siebüberganges, und auf der anderen Seite dieser Doppelreform werden die durch das Dunstblatt des Mehlzentrifugalsichters d vom dritten Schrot und die Uebergänge des Zentrifugalmehlsichters d_1 vom vierten Schrot auf einen Durchgang fertig geputzt.

Die Siebübergänge dieser letzten Doppelreform f_3 können nach dem Sortierzentrifugalsichter c_4 des fünften Schrotes geleitet und so mit den fünften Schrotdunsten nachgeputzt werden. Es kann auch noch, wie im Diagramm angedeutet, der durch das Dunstfach des Zentrifugalsichters c_5 des sechsten Schrotes fallende Dunst mit den fünften Schrotdunsten geputzt werden.

Hiermit wäre die Griessputzerei und Dunstputzerei ohne Handarbeit für die Schroterei erschöpft und es dürfte einleuchtend sein, dass eine solche Griessputzerei sehr verlässig und gut arbeitet.

Wir kommen nun zum Putzen der aufgelösten sogen. Köpfe (auch Koppen genannt) und Griesse.

Aus dem Diagramm (Fig. 3) ist ersichtlich, dass die Köpfe (Siebübergänge der ganzen Doppelreform f_1) zum Auflösen nach dem geriffelten Walzenpaare a_6 gehen. Geriffelte Walzen sind entschieden hier den manchmal verwendeten Hartgussglattwalzen vorzuziehen, wenn man auch die Differenz der Umfangsgeschwindigkeiten der beiden zusammen arbeitenden geriffelten Walzen meist nicht so gross macht, wie bei den eigentlichen Schrotstühlen.

Die aufgelösten Köpfe gehen nach dem mit Blech bespannten Zentrifugalvorsichter b_6, der von seinem vorderen Teile Mehl und Dunst nach dem Sortiercylinder c_2 des dritten Schrotes schickt, während Griesse durch den hinteren Teil der Bespannung fallend nach der einen Hälfte der Doppelreform f_4 zum Putzen kommen und der Sichterübergang nach dem fünften Schrotstuhl a_4 geleitet wird, um dort weiter verarbeitet zu werden, und hiermit ist die Putzerei der Kopfgriesse auch in den automatischen Betrieb eingeschaltet. Erwähnt sei noch, dass bei Verarbeitung von vorwiegend hartem Weizen anstatt Zentrifugalsichter b_6 ein Prismacylinder vorzuziehen wäre.

Drei Vierteile der auf der Doppelreform f_1 geputzten Griesse gehen nach dem glatten Hartgussauflöswalzenpaare a_7, von wo sie aufgelöst dem Zentrifugalvorsichter b_7 zugeführt werden, dessen Uebergang mit den Kopfgriessen von Sichter b_6 zum Putzen nach der einen Hälfte der Doppelreform f_4 gehen. Die im vorderen Teile des Vorsichters b_7 durchfallenden Mehle und Dunste gehen nach Mehlzentrifugalsichter b_8, dessen Uebergang mit dem durch den hinteren Teil des Vorsichters b_7 fallenden Dunst zusammen auf der zweiten Hälfte der Doppelreform f_4 geputzt werden. Die durch das Dunstblatt des Mehlzentrifugalsichters b_8 fallenden Dunste sind vollständig rein und gehen direkt zum Vermahlen nach den Mahlwalzen a_{10}.

Die eine Hälfte der geputzten Griesse des feiner bespannten Abräters von Doppelreform f_1, sowie die gröbere Hälfte der geputzten Griesse des gröber bespannten Abräters von Reform f gehen auf das zweite Hartgussglattwalzenpaar a_8 zum Auflösen und gelangen nach Passieren des letzteren in den Zentrifugalsichter b_9, dessen Uebergang auf der zweiten Hälfte der Doppelreform f_4 mit den feinen ersten Auflösdunsten zusammengeputzt wird, während der durch das Dunstblatt des Sichters b_9 fallende Dunst vollständig rein den Mahlwalzen a_{10} zugeleitet wird.

Zum dritten Auflöswalzenpaar a_9 kommen die geputzten Griesse der feinen Hälfte der Doppelreform f, sowie die zwei noch übrigen Blätter des gröberen Abräters. Die dritte Auflösung mündet auf den Zentrifugalmehlsichter b_{10}, der durch sein Dunstblatt reine Dunste nach der ersten Mahlwalze a_{10} abgibt, während dessen Uebergang in grossen Mühlen nochmal auf einer Dunstputzmaschine nachgeputzt wird mit den Dunsten, die als Sichterübergang von der ersten Mahlpassage kommen. Wie aus dem Diagramm hervorgeht, werden ausser den ohnehin reinen Dunsten von den Zentrifugalsichtern auch noch die ersten Blätter der Reformhälfte f_4 der ersten Mahlwalze a_{10} zugeführt und wird aus diesen reinen, aufgelösten und wieder geputzten Dunsten das beste Mehl erzeugt. Alle übrigen Dunste werden späteren Mahlpassagen zugeführt und ergeben keine so guten Mehle mehr. Aus den Schrotdunsten, die teilweise nicht mehr aufgelöst und zu hinteren Mahlpassagen geführt werden, erzielt man natürlich auch keine so guten Mehle. Wenn man von dem Standpunkte ausgeht, dass auf die erste Mahlpassage nur reine Auflösdunste kommen, so braucht diese Mahlmaschine nicht gerade ein Walzenstuhl zu sein, und man wird auch mit einem Mahlgange gleich helles und gutes Mehl bekommen.

Aus der Beschreibung des Diagramms dürfte bei Verfolgung des ganzen Griessputz- und Sortierprozesses hervorgehen, dass jede Handarbeit vermieden ist, da auch die sogen. Abstösse der Reform ohne Schwierigkeit automatisch weiter geführt werden können.

Zu bemerken ist, dass zwischen den einzelnen Maschinen keinerlei Reservoirs eingeschaltet werden, wie vielfach irrtümlich angenommen wird, denn einesteils muss der Mühlenkonstrukteur in der Lage sein, genau die Grössen der einzelnen Maschinen so zu bestimmen, dass sie dem zugeleiteten Quantum entsprechen und anderenteils müssen die Maschinen, soweit dies nötig ist, was ihre Speisung anbelangt, sich selbst regulieren, so dass z. B. bei den Reforms das zugeführte Material immer gleichmässig auf die Abräterbreite verteilt ist (automatische Speiseklappe).

Bei den Schrotstühlen wird z. B. auch nur der erste Schrotstuhl a bezüglich des Weizenzulaufes reguliert, während sich die Speiseapparate der folgenden Stühle alle selbstthätig regulieren, so dass immer der Schrot gleichmässig auf die ganze Walzenlänge verteilt ist.

Die Vorteile der systematisch eingeschalteten Griessputzerei unter Ausschluss der Handbeschüttung sind folgende:

1. Ersparnis an Arbeitslöhnen. 2. Erhöhte Sicherheit des Betriebes, da nicht falsch aufgeschüttet werden kann. 3. Immer gleichmässige Beanspruchung der Griessputzmaschinen mit gleichem Material und daher besseres Putzen der Griesse und Dunste ohne Bespannungswechsel. 4. Kraftersparnis. 5. Weniger Verlust an Verstaubung u. s. w., die durch Transport der Griesse und Handarbeit entsteht. 6. Leichte Uebersicht des Betriebes und Raumersparnis.

Nach der Ansicht des Verfassers dieser kleinen Abhandlung über Griessputzerei ist überhaupt die *automatische Müllerei* die *Müllerei der Zukunft*, und es hilft nichts, wenn man dieser Entwickelung gegenüber den Kopf in den Sand steckt, wie Vogel Strauss. Bedauerlich ist es ja, dass die automatische Müllerei erst von einer gewissen Grösse des Betriebes an zulässig ist, da auf der einen Seite dies zu manchmal sonst nicht gerechtfertigten Vergrösserungen einzelner Mühlen Veranlassung gibt, während auf der anderen Seite die Existenz vieler kleinerer Mühlen, denen der Aufschwung zu automatischem Betriebe unmöglich ist, schwer bedroht wird. *Ph. T.*

Arbeitsleistung der Sprengstoffe und deren Wirkungsgesetze.

Von **Rudolf Mewes.**

I. Kraftgrösse der Sprengstoffe.

Im Laufe der letzten fünf Jahrhunderte hat das Schiesspulver, wie ich in meiner Erstlingsarbeit vom Jahre 1884 ausgeführt habe, einen mächtigen Einfluss auf die gesamte soziale Entwickelung der Völker ausgeübt. Drei Jahrhunderte lang wurde dasselbe fast nur in der Kriegskunst verwendet, in welcher es eine totale Umwälzung bewirkte. In neuerer Zeit wurde es vielfach in der Sprengtechnik gebraucht, jedoch aus diesem Gebiete schliesslich durch nitrifizierte Stoffe, wie Dynamit u. a., beinahe gänzlich verdrängt. Sollte aber der Mensch diese gewaltigen Kräfte nur zum Zerstören gebrauchen können? Sicherlich wird es ihm früher oder später gelingen, dieselben zum Treiben von Maschinen zu verwerten und so nach seiner Willkür zu handhaben. Gestrebt wenigstens hat er schon lange danach. Freilich sind, wenn man von den sogen. Explosionsmaschinen, den Gas-, Petroleum- und Benzinmotoren, absieht, bisher kaum nennenswerte Resultate erzielt worden bei den Versuchen, den bedeutenden Arbeitsvorrat, den Explosivstoffe, einer gespannten Feder vergleichbar, in sich aufgespeichert enthalten, für Maschinenbetrieb auszunutzen; denn die Beseitigung der Uebelstände, welche die Benutzung der Sprengkörper mit sich bringt, wollte nicht völlig gelingen.

Wegen der hohen Bedeutung, welche durch den Otto-, Diesel- und Mewes-Motor die Kraftgrösse der Explosionsgemische für die Technik erlangt hat, dürfte die Bestimmung der Kraftgrösse der Sprengstoffe überhaupt von allgemeinem Interesse sein, zumal da dadurch der Arbeitsvorgang in den Gas- und Petroleummotoren von ganz anderem Standpunkte aus beleuchtet wird. Die Lösung dieser Frage kann auf verschiedene Weise geschehen. Nach dem von *R. Mayer* gefundenen und begründeten Gesetz der Aequivalenz der Wärme oder allgemeiner der Erhaltung der Kraft ist nämlich eine Wärmeeinheit einer Arbeit von 425 $^{kg}/_m$ gleichwertig. *Berthelot* (Sur la force de la poudre u. s. w. S. 179) hat berechnet, dass 1 kg Schiessbaumwolle 590 Wärmeeinheiten entwickelt. Demnach vermöchte 1 kg derselben eine Leistung von 590 . 425 = 250 750 $^{Sek.}/_{kgm}$ auszuüben. Es wäre daher die Wirkung eines Kilogramms Schiessbaumwolle der 1stündigen Arbeit einer Dampfmaschine von 0,9 PS gleichwertig, wenn der wirtschaftliche Wirkungsgrad gleich 1 angenommen wird. Wenn man dagegen den Nutzeffekt der Dampf- und der Explosivmaschine als gleich annimmt, so sinkt die wirkliche Leistung ungefähr auf den fünften bis zehnten Teil einer Pferdekraft. In dem Werke „Traité sur la poudre etc." (*Upmann* und *E. v. Meyer*) wird dagegen von dem Bearbeiter *Désortiaux* angegeben, dass *Berthelot* die Wärmeentwickelung pro Kilogramm Nitroglycerin zu 1777 bis 1784 Wärmeeinheiten bestimmt hat. Danach ist die Arbeit für 1 kg Sprengöl = 1784 . 425 = 758 200 $^{kg}/_m$. Obwohl die erste von *Berthelot* angegebene Zahl aus einer höchst hypothetischen Zersetzungsgleichung berechnet ist, so kann dieselbe doch nicht bedeutend zu gross sein, da die Berücksichtigung der Volumina und der Spannkraft der sich entwickelnden Explosionsgase nach *Désortiaux* zu demselben Ergebnis führten. Damit stimmen auch die Untersuchungen von *Nobel* überein. *Nobel*'s Berechnungen gemäss (*D. p. J.* 1865 **178** 349) beträgt nämlich die von einem Volumen Sprengöl gelieferte Gasmenge 1298 Raumteile, welche durch die Verbrennungswärme auf 10384 Raumteile ausgedehnt werden. Da der Gegendruck dabei 1 at beträgt, so ist die äussere Arbeit gleich dem Druck mal Volumenvergrösserung, entsprechend dem verbesserten Gesetze von *Boyle* oder *Mariotte*, also

$$A = p_0 (v_0 - 1) = 10383 . 103 \ ^{kg}/_{dcm} = 10383 . 10{,}3 \ ^{kg}/_m,$$

d. h. nicht einmal ganz gleich einer halben Pferdekraft pro Stunde.

Die Formel des *Boyle*'schen Gesetzes lautet $A = p(v - x) = p_0(v_0 - x) = const$; aus derselben geht ohne weiteres hervor, dass die äussere Arbeit, welche ein Gas- oder Explosionsgemisch gleichen Gewichtes leisten kann, von dem Druck, unter welchem die Volumenvergrösserung erfolgt, unabhängig ist, da ganz ebenso wie beim Hebel dem Druck entsprechend die Räume sich umgekehrt ändern, und daher das Produkt beider Grössen konstant bleibt. In jedem Gasquantum hat eben die Spannkraft eine ganz bestimmte Grösse, welche von der Temperatur und der Masse des Gases abhängig ist. Wächst p bis zu bedeutender Grösse, so nimmt $v - x$ in gleichem Masse ab; dabei setzt sich die zur Pressung aufgebrauchte Arbeit in innere Spannungsenergie um, welche sich umgekehrt bei der Ausdehnung bei sinkendem Druck in die äussere Arbeit $p_0(v_0 - x)$ umsetzt. Hat der das Gas komprimierende Gegendruck die Maximalgrenze erreicht, welche für einzelne Gase bei gewöhnlicher Temperatur 3000 at übersteigt, so wird eine wirklich merkliche weitere Zusammenpressung oder Verminderung des Zwischenvolumens unmöglich, weil dann die Moleküle oder Atome sich bereits bis zur Berührung genähert haben. Es kann dann natürlich auch keine stärkere Reaktionskraft hervorgerufen werden, selbst wenn man einen noch tausendmal grösseren Druck ausüben würde; hingegen durch Temperaturerhöhung würde neue, das Zwischenvolumen zu vergrössern strebende Spannkraft dem Gase zugeführt. Aber auch die Reaktionserzeugung durch unbeschränkte Wärmezufuhr bei derselben Gasmenge hat ganz bestimmte Grenzen, da von bestimmten Temperaturen an wiederum durch Dissociation der Moleküle innere Arbeit geleistet wird. Theoretisch kann man den Druck p unbegrenzt steigern und dadurch $v - x$ unbeschränkt verkleinern. Wie ich an anderer Stelle mit Hilfe der *Dühring*schen Formel für das Zwischenvolumengesetz gezeigt habe, hat diese Regel bei festen und flüssigen Stoffen noch Gültigkeit für Zwischenvolumina bis zu $^1/_{30}$ v. Für praktische Zwecke darf man jedoch nicht so kleine Werte voraussetzen, sondern muss dafür grössere Werte und somit kleinere Pressungen wählen, damit ein Zersprengen der Kessel- oder Cylinderwandungen der Maschine nicht so leicht eintreten kann.

Die vorstehenden Schlussfolgerungen gelten nur unter der Voraussetzung, dass der gasförmige Zustand stets bewahrt bleibt. Die dazu erforderliche Wärme liefert in mehr als genügender Weise die bei der Zersetzung sich entwickelnde Wärme. Die Flammentemperatur ist bei den Sprengstoffen theoretisch zu 6000° bestimmt, wobei jedoch die durch Dissociation absorbierte Wärme nicht in Abzug gebracht worden ist. Die Grösse des Gasdruckes (Bodendruck) explodierender Schiesswolle bestimmte *v. Uchatius* durch Versuche auf 1820 at, während er für Pulver nur 458 at fand. Für reines Nitroglycerin ist die Gasspannung mindestens ebenso stark; genauere Untersuchungen liegen darüber ebensowenig wie über die Flammentemperatur vor.

Die Versuchsergebnisse weichen von den eben gefundenen theoretischen Werten mehr oder weniger ab. Weil man bei den Versuchen nur die wirklich nutzbar gemachte Leistung, nicht aber die durch Reibung und andere ähnliche Ursachen entstehenden Kraftverluste zu bestimmen pflegt, so sind diese Unterschiede ganz natürlich. So fand *v. Uchatius*, dass eine Ladung von 0,439 g Schiesswolle dem 400 g schweren Spitzgeschosse eine Anfangsgeschwindigkeit von 200 m in der Sekunde erteilte; folglich ist die geleistete Arbeit auf 1 kg Schiesswolle berechnet, d. h. das halbe Produkt des Geschwindigkeitsquadrates in die bewegte Masse, gleich

$$^1/_2 . 200^2 \cdot \frac{400}{9{,}8} \cdot \frac{1000}{0{,}439} \ ^g/_m = 186000 \ ^{kg}/_m.$$

Bei Schiessversuchen aus einem österreichischen Zwölfpfünder mit 481 g Schiesswollladung war die Anfangsgeschwindigkeit des Geschosses durchschnittlich 427 m. Als Arbeit erhält man nur etwa 160000 kg/m für 1 kg Schiesswolle. Die oben gefundene theoretische Arbeit ist gleich rund 250000 kg/m, so dass der wirtschaftliche Wirkungsgrad

$$\eta = \frac{160000}{250000} = 0{,}64 \text{ bis } 0{,}74$$

bei den Geschützen wird, während der wirtschaftliche Wirkungsgrad bei den besten Verbrennungskraftmaschinen (Gas- und Diesel-Motoren) nur gleich 0,26 bis 0,30 ist. Schiesspulversorten haben entsprechend der geringeren Wärmeentbindung eine um das 3- bis 12fache geringere Wirkung.

Der hohe wirtschaftliche Wirkungsgrad, den die Schusswaffen nach den vorstehenden Ergebnissen aufweisen, rechtfertigt daher vollständig die vielfachen Versuche, die Kraft der Sprengstoffe zum Betreiben von Maschinen zu verwenden. Die Konstruktionsschwierigkeiten in dieser Hinsicht scheinen jedoch, wie die bisherigen derartigen Maschinen gezeigt haben, unüberwindliche zu sein, so dass es zunächst das ratsamste wäre, andere Sprengstoffe ausfindig zu machen, die, ohne die schädlichen Eigenschaften der angeführten Stoffe zu besitzen, deren Vorzüge haben. Dieser Bedingung dürfte ein Gemenge flüssigen Stickstoffoxyduls (N_2O) und flüssigen Leuchtgases oder eines anderen durch Druck zu verflüssigenden Kohlenwasserstoffs oder brennbaren Gases genügen, wenn man dieselben in getrennten Kanälen zum Zündraum in dem zur Explosion geeigneten Mischungsverhältnis leitet. Der leichteren und schnelleren Entzündung halber muss dafür gesorgt sein, dass sich äusserst geringe Teilchen der einen Flüssigkeit an die der anderen lagern. Es wird dies dadurch bewirkt, dass man die beiden Zuflusskanäle in zahllosen Kapillarröhrchen auslaufen lässt, und zwar je zwei verschiedenartige Substanzen zuführende dicht nebeneinander anordnet, oder die eine Flüssigkeit durch die andere in einer Zerstäubungsdüse zerstäubt. Auf diese Weise vermischtes Leuchtgas und Stickstoffoxydul oder Luft bilden ein ausserordentlich explosives Gemenge, das eine den Sprengstoffen fast gleichkräftige Wirkung gibt. Die Ursache der bedeutenden Arbeitsleistung solcher Körper beruht ja, wie wir gesehen haben, auf der grossen Wärmeentwickelung und darauf, dass im Moment der Zersetzung der Zwischenraum zwischen den Molekülen der Gase ein ausserordentlich kleiner ist. Ganz dasselbe gilt von dem Gemisch der beiden genannten verflüssigten Gase.

Damit übrigens die Entzündung derselben überhaupt möglich wird, sind sie in derselben Weise vorzuwärmen, wie dies bei Druckluft- und Kohlensäuremotoren geschieht, und dadurch sozusagen erst wieder in eigentliches Gas zu verwandeln. Ausserdem müssen die Gase, sobald ihnen kleine Mengen zum Treiben der Maschine entzogen werden, in dazu gleichem Verhältnis weiter zusammengedrückt werden bezw. entsprechende Mengen als Ersatz zugeführt erhalten, damit die Spannung in den Vorratsbehältern dieselbe bleibt und somit immer dieselben Gasmengen in den Zündraum gebracht werden können. Erst dadurch wird ein gleichmässiges Arbeiten der fingierten Maschine möglich. Die dazu erforderliche Kraft ist natürlich von der Gesamtleistung abzuziehen, von der sie allerdings nur einen Bruchteil bildet. Die Gesamtleistung lässt sich wie oben aus der Verbrennungswärme oder aus dem Gasvolumen und der Spannkraft leicht ermitteln. Bei 0° und 1 at Druck nimmt 1 kg der Gasmischung 714 l Raum ein, welchen die Verbrennungswärme auf das 14,6fache, also auf 10424 l vergrössert. Da die Anzahl Wärmeeinheiten, welche 1 kg des Gasgemenges entwickelt, gleich 1000 ist, so ist das theoretische Arbeitsvermögen gleich 1000 . 425 = 425000 kg/m, während man, wenn das Volumen der Rechnung zu Grunde gelegt wird, nur rund 100000 kg/m Arbeitsleistung erhält. Der letzte Wert entspricht schon den praktisch erreichbaren Resultaten; denn der Wirkungsgrad ergibt sich daraus

$$\eta = \frac{100000}{425000} = 0{,}23,$$

der von demjenigen, bei der besten Gasmaschine schon übertroffen wird.

Theorie und Praxis berechtigen daher zu der kühnen Hoffnung, dass man auf dem soeben angedeuteten Wege, indem man den besten Sprengstoffen gleichwertige flüssige oder hochgespannte gasförmige Gemische herstellt, wenn nicht gleich, so doch annähernd so hohe Wirkungsgrade (0,64 bis 0,74) wie für die Geschütze erreicht; denn eine Klasse von Kraftmaschinen, deren schon eine grosse Zahl mit gutem Erfolge zu verschiedenen Zwecken gebraucht worden sind, verdanken bekanntlich ihre bedeutende Leistungsfähigkeit allein der Benutzung komprimierter Luft oder Gase und der gleichzeitigen Erwärmung derselben durch äussere Wärmezufuhr mittels eines Ueberhitzers. Hierher gehören die Kohlensäuremotoren und die mittels Druckluft betriebenen Bohrmaschinen, deren entweichende Luft, wie dies z. B. beim Bau des Mont Cenis-Tunnels geschehen ist, gleich zur Ventilation dient. Diese Thatsachen sowohl, wie auch die bei den Sprengstoffen erzielten hohen Wirkungsgrade, haben den Verfasser zur Konstruktion seiner Verbrennungskraftmaschine (Mewes-Motor) geführt, über welche kürzlich in *D. p. J.* S. 315 ff. d. Bd. ausführlich berichtet worden ist.

Eine neuerdings in Amerika patentierte Maschine arbeitet ebenfalls mit verflüssigten Gasen, welche durch Wärmezufuhr in ein hochgespanntes Gasgemisch verwandelt werden und in einem Cylinder arbeitleistend expandieren. Diese Methode, verflüssigbare Gase zum Maschinenbetrieb zu verwenden, ist in der amerikanischen Patentschrift Nr. 16193 (angemeldet am 25. Juli, angenommen am 1. Oktober 1898) beschrieben worden; die Anmelder sind *Edmond Vignon-Roure*, Chemiker, *Cornelius Ambrose Lane*, Verleger, *John Linns Kelly*, Advokat. Das Arbeitsverfahren dieser Maschine besteht darin, dass in einem Kessel durch Brenner ein flüssiges Gemisch aus Kohlensäure und Methylchlorid erhitzt, das dadurch gebildete hochgespannte Gasgemisch durch ein Rohr in den Arbeitscylinder geleitet und zum Vorwärtstreiben des Kolbens benutzt wird. Die entweichenden Gase werden durch ein Schlangenrohr in einen Wasserkühler geleitet und daselbst stark abgekühlt, so dass die Kohlensäure von dem kondensierten Methylchlorid absorbiert wird. Das Flüssigkeitsgemisch wird zurückgeleitet in einen grossen Flüssigkeitsbehälter, von dem aus der Kessel zum Vergasen des Gemisches nachgespeist wird. Das Methylchlorid dient gleichzeitig an Stelle des Oels zum Schmieren des Cylinders. Das dieser Maschine zu Grunde liegende Prinzip entspricht demjenigen der Ammoniakmotoren; die Ergebnisse mit demselben dürften daher in der Praxis nicht erheblich günstiger ausfallen, da der Steigerung der Temperatur und der Spannung durch die Haltbarkeit der Heiz- oder Sieideröhren verhältnismässig enge Grenzen gesetzt sind.

Da demnach derartige Maschinen ebenso wie die Dampfmaschinen eine wesentliche Steigerung des wirtschaftlichen Wirkungsgrades nicht gestatten, so bleibt also nur übrig, die Druckluft- und Verbrennungskraftmaschinen nach der oben angedeuteten Richtung hin zu vervollkommnen; denn die eigentlichen Sprengstoffmotoren dürften, wie die bisherigen Versuche bewiesen haben, stets an praktischen Schwierigkeiten scheitern. Die Hauptursache davon ist einerseits in der hohen Feuergefährlichkeit der Stoffe, wie Pulver und wie sie alle heissen mögen, andererseits aber auch darin zu suchen, dass man bisher noch keinen Sprengstoff hat herstellen können, der absolut keinen Rückstand hinterlässt. Durch den Rückstand werden die Stiefel der Treibcylinder nach kurzer Dauer so sehr verschmiert, dass ein ruhiges Arbeiten der Maschine ein Ding der Unmöglichkeit ist, und der sich sammelnde Rückstand leicht unliebsame Explosionen veranlasst, welche die Maschine zertrümmern. Bei einzelnen Pulversorten entstehen Zersetzungsprodukte, wie z. B. das Stickstoffoxyd, welche die Cylinderwandungen ziemlich stark angreifen. Um die Bildung dieses Produktes bei dem oben genannten Gemisch aus Stickstoffoxydul und Leuchtgas zu vermeiden, darf das erstere nur in solcher Menge zugeführt werden, als unbedingt nötig ist zur vollständigen Verbrennung des Leuchtgases. Namentlich zeigen sich chemische oxydierende Wirkungen bei dem weissen Pulver von *Pohl*,

das sonst ein für Maschinenbetrieb ziemlich geeignetes wäre, da sein Rückstand ein äusserst geringer ist. In Fällen, wo auf den chemischen Einfluss wenig Rücksicht zu nehmen war, gelangte man mittels jenes Pulvers zu einem gar nicht üblen Resultat. *Shaw* in Philadelphia hat nämlich einen Fallhammer konstruiert, welcher durch Pulverkraft getrieben wird. Das weisse Pulver wird in Patronen angewandt, welche durch den fallenden Hammer entzündet werden. Gegen Uebersteigung eines bestimmten Druckes ist Vorsorge getroffen. Eine von *Shaw* nach demselben Prinzip erbaute Rammmaschine ist seinerzeit zum Bau des Landungsquais von Leaque Island mit gutem Erfolge benutzt worden. 800 zehnzöllige Pfähle wurden bis zu einer Tiefe von etwa 6 m in sehr harten Boden eingerammt (in der Stunde 4 bis 5), ohne dass ein Pfahl Beschädigungen zeigte. Nähere Angaben über diese Maschine findet man in *D. p. J.* 1869 **193** 356, 1870 **196** 13, und 1872 **205** 90. Es ist wohl klar, dass eine nach diesem Prinzip konstruierte Kraftmaschine einen praktischen Wert kaum beanspruchen kann, so dass also das Streben auf die möglichst hohe Vervollkommnung der Verbrennungskraftmaschinen gerichtet bleiben muss, die ebenso, wie auch die Dampfmaschinen, einer weiteren Verbesserung fähig sein dürften.

II. Wirkungsgesetze.

Die Wirkungsgesetze der Sprengstoffe müssen, wenn anders sie für die Praxis von Wert sein sollen, an der Hand der Beobachtungen auf ihren Geltungs- und Genauigkeitsbereich hin geprüft werden. Bei ihrer Ableitung kann man jedoch, da der Sprengvorgang seinem inneren Kern nach mit den kleinen Explosionen in den Arbeitscylindern der Verbrennungskraftmaschinen übereinstimmt, von den entsprechenden Formeln für die Expansion komprimierter Gase bezw. von den Arbeitsformeln der Verbrennungskraftmaschinen ausgehen; denn in der That beruht ja, wie schon im ersten Abschnitt dieser Arbeit gezeigt ist, auch die Wirksamkeit der Sprengstoffe auf der grossen Gasspannung, welche die Gase nach dem bekannten *Mariotte-Gay-Lussac*'schen Gesetze erhalten müssen.

Da es sich bei den Gasspannungen der Sprengstoffgase in der Regel um Drucke von einigen Tausend Atmosphären handelt, so muss in die Arbeitsformeln der expandierenden Gase von Anfang an statt des bei so hohen Spannungen nicht mehr gültigen alten *Mariotte*'schen Gesetzes das verbesserte, auf das Zwischenvolumen bezogene Gasspannungsgesetz eingeführt werden, das nach den Versuchen von *Natterer* und *Amagat* selbst bei Spannungen von 4000 at noch mit den Beobachtungen übereinstimmende Werte liefert. Ebenso ist auch die Aenderung der spezifischen Wärmen und des Zwischenvolumengesetzes selbst mit steigender Temperatur in Rücksicht zu ziehen. Bevor ich jedoch die Theorie der Sprengstofftechnik von diesem Standpunkte in Angriff nehme, lasse ich eine kurze Zusammenstellung der zur Lösung des Problems unerlässlichen Beobachtungsdaten hier folgen, um stets den Zusammenhang zwischen Beobachtung und Theorie festhalten zu können.

Von grossem Werte sind bei der Ermittelung der Formeln für die Leistungsfähigkeit der Sprengstoffe Versuchszahlen über das Volumen, welche die Sprengkörper vor und nach der Explosion einnehmen, und vor allen Dingen auch die entbundenen Wärmemengen. Bezüglich dieser Punkte sind von *Nobel* und *Abel* mit mehreren Pulversorten in einer den entwickelten Spannungen Widerstand leistenden Bombe folgende aus dem bekannten Werke „Traité théorique et pratique des matières explosives" von *Léon Gody* (Namur 1893) entlehnte Versuche angestellt worden.

Das Mittel der Analysen weicht nicht viel von der Formel ab

$$16\,NO_3K + 21\,C + 7\,S$$
$$= 13\,CO_2 + 3\,CO + 5\,CO_3K_2 + SO_4K_2 + 2\,K_2S_3 + 8\,N_2.$$

Die Rechnung ergibt aus dieser Formel für 1 kg bei 0° und 760 mm Druck ein Volumen von 255 l. Aus den Versuchen selbst folgt für 1 g Pulver von 1 ccm Volumen:

1. Das Gewicht der Rückstände nach der Explosion beträgt 57 %, dasjenige der entwickelten permanenten Gase 43 %.
2. Im Augenblick der Explosion ist das Volumen der flüssigen Verbrennungsprodukte gleich 0,6 ccm.
3. Das Volumen der entwickelten Gase, bezogen auf 0° und 760 mm Druck, beträgt ungefähr 280 ccm, also das 280fache des ursprünglichen Pulvervolumens.
4. Im Augenblicke der Explosion nehmen die Gase ein Volumen von 0,4 ccm ein, so dass die flüssigen und gasförmigen Stoffe beinahe dieselbe Dichtigkeit besitzen.
5. Die gebildeten Stoffe sind die in der nachstehenden Tabelle angegebenen Verbindungen oder Elemente.
6. Wenn das Pulver den Explosionsraum vollständig ausfüllt, so ist die durch die Verbrennung erzeugte Spannung gleich 6400 at oder 6615 kg für den Quadratcentimeter.
7. Die Spannung ändert sich mit der Ladungsdichtigkeit nach der Gleichung

$$p = p_0 \frac{1 - \alpha\,\delta_0}{\delta_0} \times \frac{\delta}{1 - \alpha\,\delta} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad 1)$$

worin p = Spannung, δ = Ladungsdichtigkeit $\left(\frac{\text{Pulvergewicht in Gramm}}{\text{Bombenvolumen in Kubikcentimeter}}\right)$, $\alpha = 0{,}65$, $p_0 = 2268$ kg, $\delta_0 = 0{,}6$ ist.

Pebble-Pulver.

	Ladungsdichte = $\frac{P\,g}{V\,ccm}$					Mittel	Pulversorten			
	0,1	0,3	0,5	0,7	0,9		Grobkörniges Pulver	Feinkörniges spanisches Pulver		
H_2S	1,34	1,25	0,84	1,29	0,86	0,95	0,77	0,76	0,63	0,97
O	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0,07
CO	5,19	5,50	4,73	4,19	3,62	4,27	4,48	2,89	2,87	1,34
CO_2	25,77	26,20	27,70	26,30	27,10	27,12	26,51	27,00	26,73	24,40
CH_4	—	—	0,12	0,07	0,13	0,10	0,12	0,05	0,02	—
H	0,07	0,07	0,05	0,05	0,05	0,05	0,04	0,05	0,06	0,03
N	11,15	11,24	11,39	10,75	10,90	11,06	10,63	11,12	11,20	11,00
Gasvolumen	281	283	282	269	266	276	268	259	259	232 ccm für 1 g
CO_3K_2	31,15	33,12	30,98	28,79	36,80	32,40	36,81	27,33	34,47	21,75
$S_2O_3K_2$	11,63	2,41	3,38	18,45	7,61	9,29	5,28	16,03	4,77	4,73
SO_4K_2	8,43	7,03	6,58	7,33	5,23	6,52	5,57	12,02	12,79	29,62
K_2S	4,16	9,20	10,55	1,28	2,20	4,58	4,31	0,82	2,47	1,97
SCNK	0,05	0,12	0,13	0,22	0,33	0,20	0,20	0,11	0,02	0,03
NO_3K	0,27	0,02	0,11	0,14	0,25	0,16	0,12	0,11	0,04	0,58
$CO_3([NO_3]NH_4)_2$	0,09	0,07	0,04	0,03	0,07	0,04	0,07	0,03	0,05	0,02
C	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
S	0,34	3,75	3,40	1,11	4,84	3,25	5,09	0,96	3,89	3,50
Volumen der festen Bestandteile	56,12	55,74	55,17	57,35	57,33	56,45	57,45	58,13	58,48	62,19

8. Die Zersetzung von 1 g Pulver entbindet 750 g-Kalorien.

9. Bei der Explosion des Pulvers in einem Kanonenrohr sind die gebildeten Zersetzungsprodukte dieselben wie oben bei der geschlossenen Bombe. Die auf das Geschoss übertragene lebendige Kraft (Arbeitsleistung) rührt von der Spannkraft der permanenten Gase her, während die Temperaturerniedrigung infolge der Expansion zum grossen Teil durch die flüssigen Rückstände ausgeglichen wird.

10. Das Gesetz, nach welchem sich die Spannung der Explosionsprodukte mit dem Volumen ändert, wird durch die Gleichung

$$\frac{p}{p_0} = \left(\frac{V_0[1-\alpha]}{V - \alpha V_0}\right)^{\frac{c_p + \beta\lambda}{c_v + \beta\lambda}} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad 2)$$

ausgedrückt, worin p die Spannung beim Volumen V, c_p die spezifische Wärme der Gase bei konstantem Druck, c_v diejenige bei konstantem Volumen, α der Quotient aus dem Volumen des flüssigen Rückstandes und dem Pulvervolumen vor der Explosion, β der Quotient aus dem Gewichte der gasförmigen und festen Zersetzungsprodukte, λ die spezifische Wärme der festen Zersetzungsstoffe ist.

Die Zahlenwerte der Konstanten sind: $p_0 = 43$ t pro Quadratmeter $= 6554$ at, $\alpha = 0{,}57$, $\beta = 1{,}2957$, $c_p = 0{,}2324$, $c_v = 0{,}1762$, $\lambda = 0{,}45$.

11. Die Arbeit, welche das Pulver in der Kanone zu leisten vermag, wenn der Rohrmantel für die Wärme undurchdringlich ist, ist

$$T = \frac{p_0 V_0 (1-\alpha)(c_v + \beta\lambda)}{c_p - c_v}\left(1 - \left[\frac{V_0(1+\alpha)}{V_0 - \alpha V_0}\right]^{\frac{c_p - c_v}{c_v + \beta\lambda}}\right) \quad 3)$$

während die Temperatur durch die Gleichung

$$t = t_0\left(\frac{V_0[1-\alpha]}{V - \alpha V_0}\right)^{\frac{c_p - c_v}{c_v - \beta\lambda}} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad 4)$$

gegeben ist. Die theoretische Arbeit, welche das Pulver bei vollständiger Expansion würde leisten können, ist $T = Q \times E^{\mathrm{kg}}/_{\mathrm{m}}$, worin Q die Verbrennungswärme von 1 kg und $E = 425$ ist.

Die Verbrennungswärmen und die Gasvolumina der untersuchten Pulversorten sind der Reihe nach für 1 g:

714,5	718,1	727,2	755,5	508,8	762,3	W.-E.
275,7	271,3	259,2	238,7	354,6	232,7	ccm.

Die Explosionstemperatur liegt nach *Nobel* und *Abel* zwischen 1800 und 2200° C.

Die gesamte in verschiedenen Sprengstoffen pro 1 kg aufgespeicherte Energie ist nach besten Angaben (*Roux-Sarrou*) in der nachstehenden Tabelle in kalorischem (Wärmeeinheiten) und mechanischem (Kilogrammmeter) Masse angegeben:

Sprengstoffe	Wärmeeinheiten pro 1 kg = W	Kilogrammmeter pro 1 kg = 425 . W kgm
	W.-E.	kgm
Feines Jagdpulver	849	360 825
Geschützpulver	795	337 875
Gewehrpulver B	773	328 625
Exportpulver	736	312 800
Chlorstickstoff	339	144 075
Nitroglycerin	1784	758 200
Schiessbaumwolle	1123	477 275
Pikrinsäure	852	362 100
Kaliumpikrat	840	357 000
Kaliumpikrat und Salpeter (55 + 45)	964	409 700
Kaliumpikrat und Salpeter (50 + 50)	1224	520 200
Knallquecksilber	752	319 600
Schiesspulver (Bunsen und Schisskof)	619,5	263 287
Dynamit (75 % und 25 %)	1338	568 650
Spanisches Cylinderpulver	767,3	326 102
Sprengpulver	516,8	218 840
Kohlenkarbonit	652	277 100
	633	269 025
Roburit	612	260 100
Westfalit	749	318 325
Rottweiler Sprengpulver	725	308 125
Dahmenit	914	388 450

Die vorstehenden Zahlenangaben können auf absolute Genauigkeit keinen Anspruch erheben, so dass die Bestätigung bezw. die Berichtigung derselben durch nach sicheren physikalischen Methoden angestellte kalorimetrische Beobachtungen wünschenswert ist. Der Grad der Annäherung lässt sich aus dem von *Nobel* und *Abel* für spanisches Pebble-Pulver gefundenen Werte $W = 762{,}3$ W.-E. gegenüber dem in vorstehender Tabelle angeführten Werte $W = 767{,}3$ W.-E. ermessen.

Die in den Feuerwaffen wirklich nutzbar gemachte Arbeit bleibt wesentlich zurück hinter der theoretischen Leistungsfähigkeit, welche das Produkt $425 \times W^{\mathrm{kg}}/_{\mathrm{m}}$ angibt, und schwankt zwischen $^1/_5$ und $^1/_9$ dieses Wertes, so dass der wirtschaftliche Wirkungsgrad nur 17 bis 20 %, also weniger als bei den besten Gas- und Petroleummaschinen beträgt. Allerdings ist nach den Angaben im ersten Teile dieses Aufsatzes dieser Wirkungsgrad bei den brisanten Sprengstoffen und Pulversorten ein höherer.

Neuere höchst interessante Versuche mit Sprenggelatine und anderen Sprengstoffen sind von *C. E. Bichel*, Direktor der *Sprengstoff-Aktiengesellschaft Carbonit* in Hamburg, angestellt und für Sprenggelatine in der nachstehenden Tabelle zusammengestellt worden. Es bedeutet darin n die Anzahl der gleichartigen Versuche in ein und derselben Explosionskammer, p_m das arithmetische Mittel aus den Drucken dieser n gleichartigen Versuche in Kilogramm pro Quadratcentimeter, G das Gewicht des Sprengstoffes in Gramm, V die Grösse der Explosionskammer in Liter. Für Sprenggelatine kann man das Eigenvolumen eines Gramms $x = 0{,}6$ ccm $= 0{,}0006$ l setzen.

Sprenggelatine.

V Liter	G Gramm	n	p_m Kilogramm pro Quadratcentimeter	$\frac{p_m}{G}$	$a - x$ Liter
20	70	2	33,65	0,481	9,600
20	100	3	47,12	0,471	9,392
20	44	7	20,89	0,475	9,488
20	87,6	1	43,25	0,493	9,835
20	82	2	41,13	0,501	10,996
20	81	8	40,72	0,502	11,012
15	5	2	3,14	0,63	9,449
15	10	8	5,7	0,57	8,547
15	15	3	8,71	0,58	8,696
15	20	4	12,3	0,615	9,218
15	25	5	14,5	0,605	9,067
15	29	2	19,4	0,67	9,066
15	30	18	18,2	0,61	9,140
15	32	1	22,5	0,705	10,562
15	33	1	22	0,666	9,977
15	35	2	22,5	0,645	9,662
15	40	2	24,15	0,605	9,067
15	50	2	30,8	0,605	9,057
10	10	8	7,0	0,7	6,996
10	20	6	16,4	0,82	8,190
7,5	10	5	9,5	0,95	7,120
5	10	6	12,1	1,21	6,043
2,5	10	2	22,2	2,22	8,867

Die letzte Zahlenreihe $\frac{V}{G} - x = a - x$ ist von mir aus den in den ersten Zahlenreihen enthaltenen Beobachtungswerten berechnet worden, um zu prüfen, ob für die Explosionsgase das auf das Zwischenvolumen bezogene *Mariotte*'sche Gesetz Gültigkeit besitzt oder nicht. Gilt dies Gesetz für die Explosionsgase wirklich, so muss, wenn man mit x das Molekülvolumen 1 g Sprenggelatine in Liter bezeichnet, und das Volumen 1 g Explosionsgase bei einer Atmosphäre und der Explosionstemperatur a Liter ist, ganz allgemein die Gleichung

$$\left.\begin{array}{l} p_m\,(V_m - G\,x) = G\,(a - x) \\ \text{oder} \\ p_m\left(\dfrac{V_m}{G} - x\right) = a - x = const \end{array}\right\} \quad . \quad . \quad . \quad 5)$$

bestehen. Wie die letzte Zahlenreihe zeigt, ist der Zahlenwert von $a - x$ als konstant anzusehen, da die Ab-

weichungen von dem Mittelwert 9,140 ausserordentlich gering sind, und sich durch die namentlich bei den kleinen Explosionskammern auftretenden, unvermeidlichen Versuchsfehler vollständig erklären lassen. Der Mittelwert 9,140 ist mit dem durch 18 gleichwertige Beobachtungen gefundenen, also ganz sicheren Werte 9,1397 fast identisch. Leider vermag ich nicht auch die übrigen mit dem Brisanzmesser angestellten Beobachtungen an dieser Stelle zur Prüfung der letzten Frage zu benutzen; indessen lässt sich auch schon an der Hand der angeführten Beobachtungen unter Benutzung der von *Nobel* und *Abel* für ihre Versuche aufgestellten Formeln 1 bis 4 eine klare Vorstellung über den Geltungsbereich und den Grad der Genauigkeit des Zwischenvolumengesetzes beim Explosionsvorgang gewinnen.

Bedenkt man, dass bei gleichem Gewicht die Volumina den spezifischen Gewichten $\delta\ \delta_0$ umgekehrt proportional sind, so kann man in der Gleichung 1

$$p = p_0 \frac{1 - \alpha\,\delta_0}{\delta_0} \times \frac{\delta}{1 - \alpha\,\delta}$$

oder

$$p\left(\frac{1}{\delta} - \alpha\right) = p_0\left(\frac{1}{\delta} - \alpha\right)$$

für die reciproken Werte $\frac{1}{\delta}$ und $\frac{1}{\delta_0}$ die entsprechenden Volumina V und V_0 einsetzen. Man erhält dadurch die Gleichung $p(V - \alpha) = p_0(V_0 - \alpha)$, d. h. das auf das Zwischenvolumen bezogene Spannungsgesetz der Gase, da α die Ladungsdichtigkeit

$$= \frac{\text{Pulvergewicht in Gramm}}{\text{Bombenvolumen in Kubikcentimeter}}$$

den Molekül- oder dem eigenen Volumen des Sprengstoffes nahezu gleich ist. Für den Druck im eigenen Volumen, also für den Höchstdruck im Augenblick des vollendeten Sprengvorganges, erhielten *Nobel* und *Abel* für Pebble-Pulver eine Spannung von 6554 at. Rechnet man ebenso nach der Gleichung 5 den Druck im eigenen Volumen für Sprenggelatine aus, so würde man, da das Volumen 1 g Sprenggelatine gleich 0,67 ist, die Gleichung erhalten

$$p_m\,(0{,}00067 - x) = a - x = 9{,}140$$

oder

$$p_m\,(0{,}00067 - 0{,}0006) = 9{,}140,$$

d. h.

$$p_m = \frac{9{,}140}{0{,}00007} = 130570 \text{ at.}$$

Dass diese Zahl unbedingt zu gross ist, liegt auf der Hand; die Ursache kann entweder nur darin liegen, dass das Zwischenvolumen für das eigene Volumen keine Gültigkeit mehr besitzt, oder darin, dass der Wert für x zu gross angenommen ist. Das erste ist nach den in einer späteren Arbeit zu besprechenden Versuchen nicht der Fall. Es bleibt also nur noch übrig, zu untersuchen, ob der für x angenommene Wert der Wirklichkeit entspricht.

Nach der eben erwähnten Arbeit ist bei Flüssigkeiten das Molekülvolumen höchstens $^2/_3$ des Gesamtvolumens, während bei pulverförmigen oder blättchenartigen Stoffen das Molekülvolumen noch kleinere Werte erhält. Nehmen wir an, dass x gleich $^2/_3 \times 0{,}00067$, also gleich 0,000446 sei, so erhält man $p_m = 41\,000$ at.

Mit so hohen Spannungen rechnet man bisher nicht in der Sprengtechnik und zwar mit Recht nicht, da bereits bei Spannungen von 4000 at selbst die festesten Felsmassen nachgiebig werden und infolge ihrer Ausdehnung das verfügbare Zwischenvolumen so vergrössern, dass der theoretische Höchstdruck gar nicht erreicht wird. Weitere und genauere Zahlenangaben über die vorstehende Frage und über die Gesetze der Arbeitsleistung der Sprengstoffe im Gestein müssen einer späteren Bearbeitung vorbehalten bleiben. Ich möchte nur zum Schluss darauf hinweisen, dass die von *Natterer* untersuchten Gase bei gewöhnlicher Temperatur im eigenen Volumen Spannungen von 3000 bis 4000 at besitzen, und dass, da diese Gase der Natur nach mit den Explosionsgasen gleichartig sind, durch die von der Verbrennungswärme herrührende Temperatursteigerung und die dadurch bedingte Spannungserhöhung Drucke von der zehnfachen Grösse, d. h. von 30000 bis 40000 at vollständig im Bereiche des Sachwirkens liegen.

Rundstrickmaschine.

Unter dem Namen Standard-Rundstrickmaschine bringt die *Chemnitzer Wirkwarenmaschinenfabrik vorm. Schubert und Salzer* in Chemnitz seit einigen Jahren eine Rundstrickmaschine in den Handel, welche zur Herstellung regulärer Strümpfe bestimmt ist. Mit Rücksicht auf den grossen Erfolg, welchen die genannte Firma mit der Einführung der bezeichneten Maschine zu verzeichnen hat, sowie das grosse Interesse, welches Konstruktion, Wirkungsweise und Leistungsfähigkeit der Maschine bieten, soll in den nachstehenden Zeilen etwas näher auf dieselbe, sowie die für Beurteilung der Erfindung noch in Frage kommenden Patente eingegangen werden.

Die Rundstrickmaschine ist eine Erfindung von *Harry A. Houseman* in Frankford-Philadelphia und gehört zur Klasse derjenigen Maschinen, bei welchen zwecks Erzeugung von Schlauchware der Schlosscylinder eine kreisende und zwecks Erzeugung von Flachware eine schwingende Bewegung ausführt.

Der Nadelcylinder ist nur mit einem Nadelsystem ausgestattet, und werden beim Flachstricken die Hälfte der Nadeln, d. h. die am hinteren halben Umfange des Cylinders befindlichen, in Ruhestand versetzt, während von der anderen weiter arbeitenden vorderen Hälfte zum Zweck des Minderns und Weiterns, wie es zur Herstellung der Ferse und Fussspitze erforderlich ist, die Randnadeln nacheinander still gesetzt und wieder zur Arbeit gebracht werden.

Nach Angaben des Erfinders werden die Nadeln (einer in nachstehender Fig. 1 in einer Ausführungsform wiedergegebenen Rundstrickmaschine) in den Nadelkanälen vermittelst des Schlosses b (Fig. 2 und 3) in bekannter Weise gehoben und gesenkt. Zum Zweck des Aus- und Einrückens der Randnadeln beim Flachstricken sind die Nadelkanäle a auf ihrer ganzen Höhe nicht von gleicher Tiefe, sondern ihre Tiefe nimmt von oben nach unten zu und es werden die Füsse der Nadeln beim Ausrücken durch radiale Ablenkung der letzteren aus dem Bereich des Schlosses gebracht. Herbeigeführt wird die Ablenkung der Nadel durch Winkelhebel m, deren Zahl der Zahl der Nadeln entspricht und von denen ein jeder seine Nadel mit einer Zange oder Pfanne umfasst. Wenn ein Hebel m mit seinem äussersten Ende sich in der Tieflage befindet (Fig. 3), sitzt der Fuss a der Nadel im Schlosscylinder b, d. h. die Nadel ist eingerückt. Wird dagegen das äussere Ende des Winkelhebels m gehoben (Fig. 2), so kommt der Fuss der Nadel aus dem Bereich des Schlosses, die Nadel wird also ausgerückt. Das Aus- und Einrücken der Nadeln durch die Winkelhebel bietet den Vorteil, dass die Angriffspunkte derselben weit auseinander und vom Nadelcylinder entfernt liegen, also die Führungskurven für die freien Enden der Hebel m flach hergestellt werden können, also selbst bei hoher Geschwindigkeit der Maschine die Reibung eine nur geringe ist.

Zum Ein- und Ausschalten der Mindernadeln a (Fig. 4) dienen die Kurvenplatten p_1, deren Gangkurve p (Fig. 2, 5) erkennen lässt, und die durch die Schaltklinken q in hin und her gehende Drehbewegung versetzt werden. Je nachdem die Schaltklinken durch eine selbstthätige Antriebvorrichtung mit ihrem einen oder anderen Ende mit den Zahnkränzen der Kurvenringplatten in Eingriff gebracht werden, werden letztere nach der einen oder anderen Richtung jedesmal um einen Zahn weiter gedreht, so dass der in Fig. 5 mit p bezeichnete schräge Teil der Führungsplatte auf einen neuen Nadelhebel m zur Wirkung gelangt und so das Ende des betreffenden Nadelhebels von dem tieferen Teil der Kurvenführung in den höheren bringt

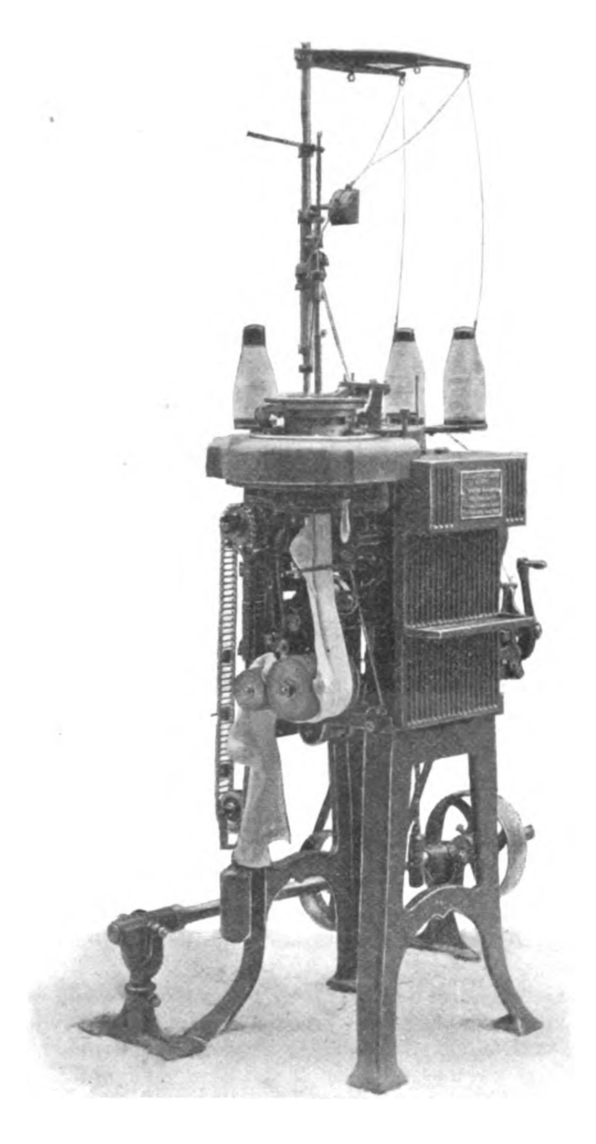
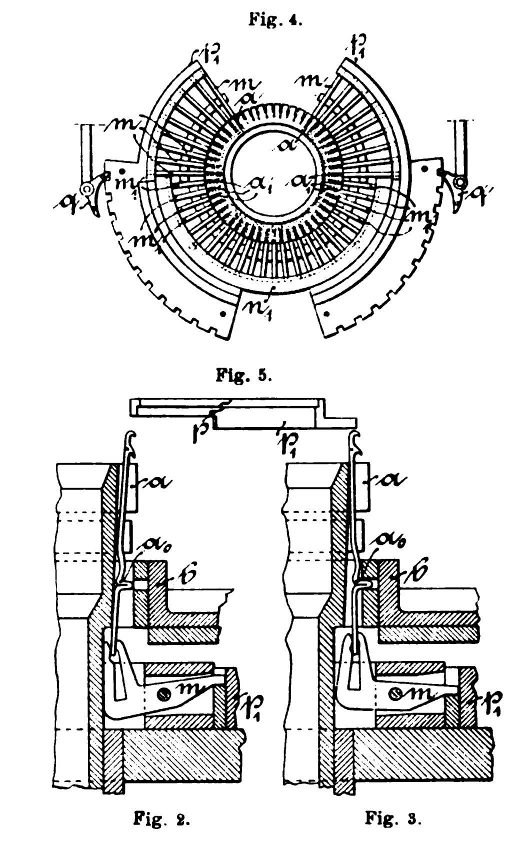


Fig. 1.

und umgekehrt, also eine Nadel nach der anderen aus- bezw. eingeschaltet wird.

Die Hebel m_1 der Nadeln, welche beim Uebergang vom Rund- zum Flachstricken, also bei der Bildung der Ferse und Fusspitze gleichzeitig ausgerückt werden (a_1 Fig. 4), sitzen mit ihrem freien Ende in der Nut einer Platte n_1, welche konzentrisch zu den Kurvenplatten p_1 angeordnet ist. Diese Platte bewirkt das Heben bezw. das Senken der Hebelenden nicht durch schrittweise Drehbewegung in ihrer Ebene, sondern dadurch, dass die Platte n_1 selbst gehoben und gesenkt wird; ihr Heben ergibt das Ausrücken, ihr Senken das Einrücken der Nadeln a_1.

Der Uebergang der kreisenden Bewegung des Schlosscylinders in die für das Flachstricken erforderliche hin und her gehende Bewegung desselben wird selbstthätig durch eine Musterkette veranlasst (Fig. 1), deren Knaggen durch Anschlagen gegen die Zapfen einer Umsteuervorrichtung von zwei Kuppelungen die eine aus-, die andere einrücken und umgekehrt. Durch Auswechseln der Kette bezw. Ver-



setzen der Knaggen kann hierdurch mit Leichtigkeit die Zeitdauer für das Rund- und Flachstricken geändert, also

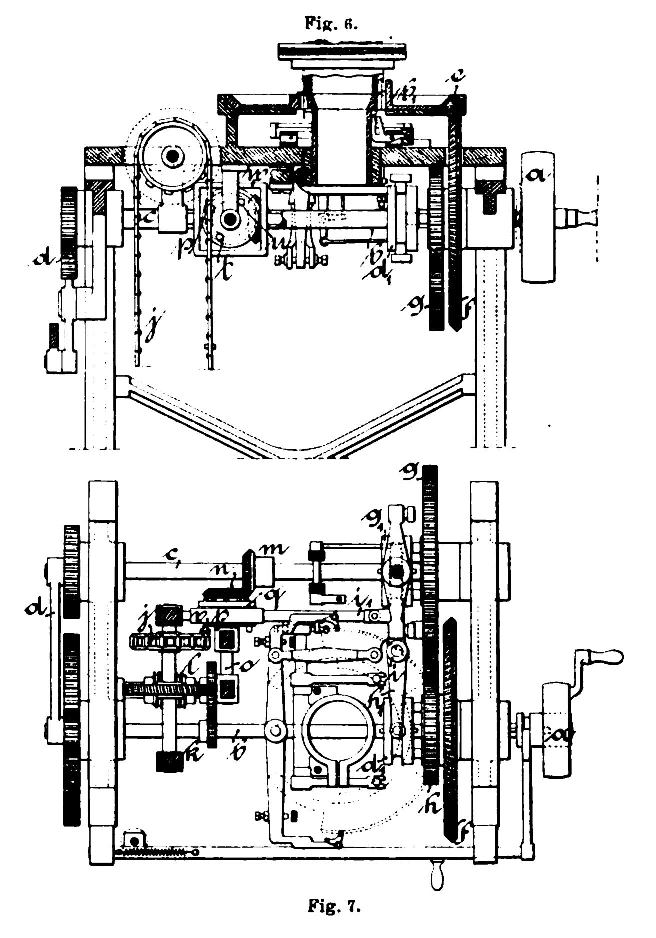


Fig. 7.

jede beliebige Länge und Fussgrösse gearbeitet werden.

Für die Umsteuerungsvorrichtung hat *Houseman* in der Patentschrift 76202 zwei Ausführungsformen in Vor-

schlag gebracht, deren Einrichtung in den Fig. 6 bis 9 bezw. 10 und 11 wiedergegeben ist. Von der durch die Riemenscheibe a in Drehung versetzten Hauptwelle b aus erhält die Welle c vermittelst des Rädergetriebes d eine hin und her gehende Bewegung. Je nachdem der Schlosscylinder b_1 eine kreisende oder schwingende Bewegung ausführen soll, erfolgt der Antrieb des mit dem Zahnkranz e des Schlosscylinders in Eingriff befindlichen, lose auf der Welle b sitzenden Kegelrades f von der Hauptwelle b aus durch Vermittelung der Kuppelung d_1 oder von der zweiten Welle c aus durch Vermittelung der Kuppelung g_1 und des durch diese beeinflussten, lose auf der Welle c sitzenden Zahnrades g, sowie des mit diesem in Eingriff befindlichen, mit f starr verbundenen Triebes h. Die beiden Kuppelungen d_1 g_1 sind durch den bei i gelagerten Hebel h_1 miteinander verbunden, dessen gegabelte Enden die Kuppelung d_1 einerseits und die Kuppelung g_1 andererseits umschliessen. Wird demnach g_1 gegenüber dem Zahnrad g ausgerückt, so wird dadurch d_1 gegenüber dem Kegelrad f eingerückt und umgekehrt.

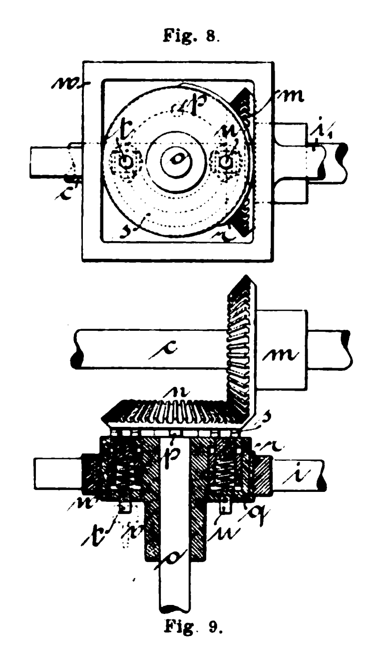


Fig. 8.

Fig. 9.

Dieses Ein- und Ausrücken wird durch Vermittelung einer an den Hebel h_1 angelenkten Stange i_1 von einer Umsteuervorrichtung aus veranlasst, die in Fig. 8 und 9

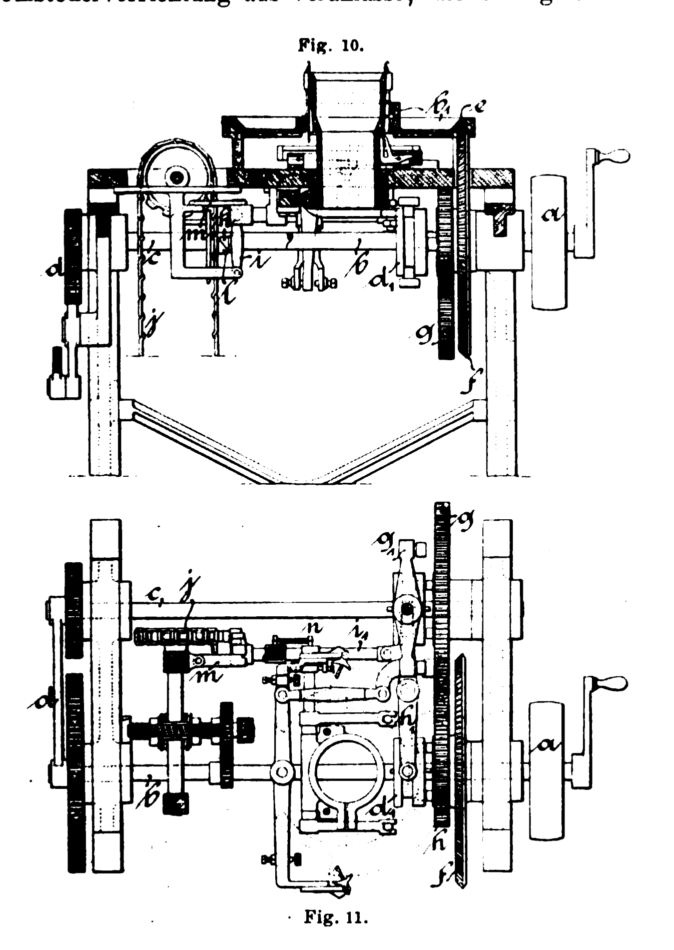


Fig. 10.

Fig. 11.

für sich dargestellt ist und durch die Knaggen der Musterkette j im geeigneten Augenblicke in Thätigkeit gesetzt wird. Die Welle des Kettenrades und damit dieses selbst erhält von der Hauptwelle b aus durch Vermittelung der Zahnräder k und des Schneckenradgetriebes l eine ununterbrochene Drehbewegung. Auf der Welle c sitzt das Kegelrad m im Eingriff mit einem Kegelrade n, welches lose auf seiner Achse o sitzt. Dieses Kegelrad n trägt einen Stift p. q ist eine Kuppelungsmuffe mit unter Federwirkung stehenden Zapfen. Diese Muffe hat einen erhöhten oder exzentrischen Teil r und sitzt auf ihrer Achse o fest; zwischen ihr und dem Kegelrade n befindet sich eine bogenförmige Platte s, welche in ihrer Lage festgehalten wird. Die federnden Zapfen drücken gegen diese Platte, während der Stift p zwischen den Enden der Platte hin und her beweglich ist. An der Kuppelungsmuffe q befinden sich die Zapfen t u. Das freie Ende der an den Hebel h_1 angelenkten Stange i_1 ist mit dem die Kuppelungsmuffe q umgebenden Rahmen w fest verbunden oder in einem Stück hergestellt.

Die Stellung des Kuppelungshebels h_1 beim Beginn des Strickens ist eine solche, dass die Kuppelung d_1 mit dem Kegelrade f eingerückt ist und der Schlosscylinder in kreisende Bewegung versetzt wird. Wenn die Nase v der Kette j gegen den Zapfen t anschlägt (Fig. 9), wird die Muffe q gedreht, so dass der t entsprechende federnde Zapfen von der Platte s abgleitet und in die Bewegungsbahn des Stiftes p zu stehen kommt. Wird er von letzterem getroffen, so wird die Muffe q weitergedreht und das Exzenter r derselben wirkt gegen den Rahmen w, der die Stange i_1 so verschiebt, dass dadurch die Kuppelung g_1 in Eingriff mit dem Zahnrade g gebracht wird, die Kuppelung d_1 also das Kegelrad f loslässt. Letzteres dreht sich nun entgegengesetzt, wodurch der Schlosscylinder zurückschwingt, während der Zapfen p des Kegelrades n den federnden Zapfen so weit verschoben hat, als die Bewegung des Kegelrades n betrug. Die Kuppelung verbleibt in dieser Stellung, da Exzenter r der Muffe q sich gegen den Rahmen w anlegt und eine Weiterbewegung verhindert. Die Kuppelung wird aus dieser Stellung wieder ausgelöst, nachdem das Fersen- oder Zehenstück des Strumpfes fertig gestrickt ist, indem ein anderer Ansatz an der Kette j gegen den Zapfen u der Muffe q anschlägt und letzterer eine halbe Drehung gibt, wobei der andere federnde Zapfen von der Platte s abgleitet und in die Bewegungslinie des Stiftes p am Kegelrad n gelangt, so dass er von diesem angeschlagen wird. Die Muffe q wird dabei in gleicher Richtung, wie vorher, gedreht und ihr Exzenter r wirkt gegen die andere Seite des Rahmens w, so dass auch die Stange i_1 in entgegengesetzter Richtung verschoben, also die Kuppelung g_1 aus- und die Kuppelung d_1 eingerückt wird, wodurch der Schlosscylinder wieder in kreisende Bewegung versetzt wird.

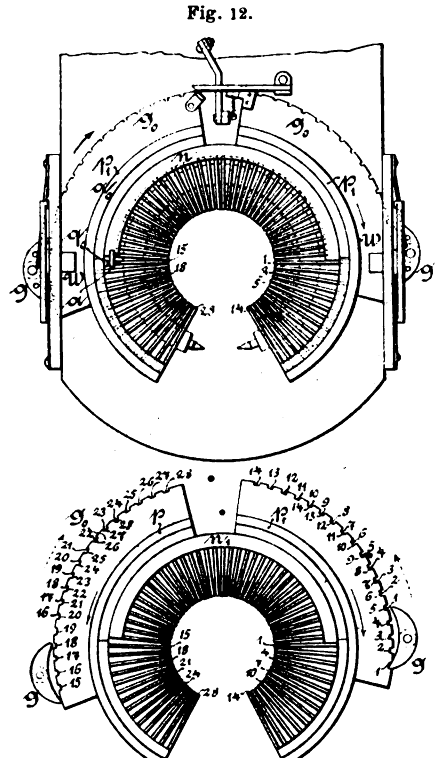


Fig. 12.

Fig. 13.

Die Umsteuerungsvorrichtung (Fig. 10 und 11) besitzt folgende Einrichtung: Um die Stange i_1 direkt vom Kettenrade und der Kette j zu verschieben, ist dieselbe mit einem Ende mit der Kuppelungsstange h_1 und mit dem anderen Ende mit einem Gelenk i drehbar verbunden. An dem Gelenk i sitzt ein Knaggen k mit schräger Fläche, und an der Kette j befindet sich ein Knaggen l, welcher gegen den Knag-

gen k anschlägt und dadurch die Stange i_1 vermittelst des Gelenks i verschiebt, also die Kuppelung g_1 in Eingriff mit dem Zahnrade g bringt, während die Kuppelung d_1 ausser Eingriff mit dem Kegelrade f tritt, so dass letzteres eine hin und her gehende Bewegung annimmt und dieselbe auf den Schlosscylinder überträgt. Die Kuppelung g_1 wird in dieser Stellung durch die mit Kerben versehene Stange m gehalten, welche Stange i_1 trägt. Die Kuppelung g_1 verbleibt so lange mit dem Rade g in Eingriff, bis ein Knaggen der Kette die Stange m trifft, worauf eine Feder n, welche bei der Bewegung der Stange i_1 ausgezogen und gespannt wurde, als die Einrückung der Kuppelung g_1 mit dem Rade g erfolgte, die Stange i_1 wieder zurückzieht, die Kuppelung g_1 ausrückt und die Kuppelung d_1 in Eingriff bringt, so dass der Schlosscylinder wieder eine kreisende Bewegung annimmt.

Das Aus- und Einschalten der Mindernadeln erfolgt, wie bereits oben ausgeführt worden ist, durch zwei am äusseren Rande gezahnte Ringplatten, welche durch zwei

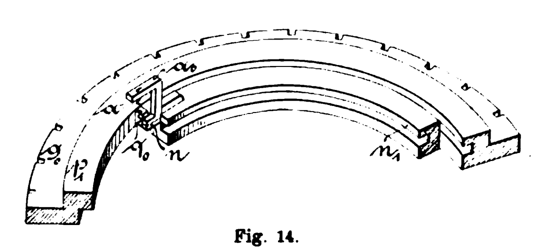


Fig. 14.

Doppelschaltklinken so beeinflusst werden, dass das eine Ende jeder Klinke im Sinne einer Bewegung der betreffenden Ringplatte in der einen Drehungsrichtung und das andere im Sinne einer Bewegung der Ringplatte in der anderen Drehungsrichtung wirkt. Wirken nun die beiden Ringplatten mit ihren Kurvenführungen auf sämtliche Mindernadeln, so gelangt infolge des wechselweisen Fortschreitens der beiden Platten die eine immer eher in ihre Ausgangsstellung zurück, wie die andere. Um nun zwecks Beseitigung dieses Uebelstands eine komplizierte Schlussbewegung der einen Ringplatte entbehrlich zu machen, hat *Houseman* in der Patentschrift 93604 eine Vorrichtung in Vorschlag gebracht, bei der die Aufgabe des Aus- und Einschaltens nicht mehr ausschliesslich den Ringplatten zufällt, sondern dahin Vorkehrung getroffen ist, dass beim Beginn des Flachstrickens gleichzeitig mit dem Ausrücken der hierbei nicht arbeitenden Nadeln auch eine von den Mindernadeln mit ausgerückt wird und zwar vollkommen unabhängig von der Thätigkeit der Ringplatten. Diese eine Mindernadel wird von derjenigen Platte bewegt, welche auf selbstthätige Weise die beim Arbeiten des flachen Teiles der Ware gänzlich unbeteiligten gewöhnlichen Nadeln ausser Wirkung setzt. Mit der dieser einen Nadel entsprechenden Ringplatte g_0 (Fig. 12) ist eine Vorrichtung verbunden, die beim Beginn des Flachstrickens diese Nadel zuvörderst wieder einschaltet, statt sie direkt auszuschalten. Es werden also beim Beginn zunächst die gezahnten Ringplatten an beiden Seiten gleichzeitig beeinflusst und zwar derart, dass die erste Thätigkeit der gazahnten Ringplatte an der einen Seite darin besteht, die Hilfsnadel einzurücken, während an der anderen Seite eine Nadel ausgeschaltet wird, statt dass beide Ringplatten anfangs abwechselnd wirken und beide Randnadeln ausschalten.

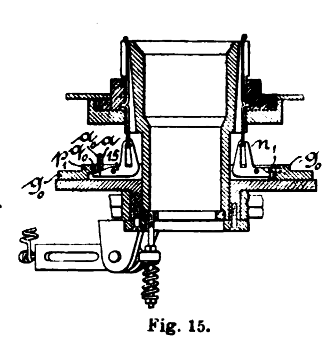


Fig. 15.

Die gekennzeichnete Arbeitsweise der Maschine wird durch die in den Fig. 12 bis 15 gezeigte Vorrichtung ermöglicht. Die Randnadeln sind auf der einen Seite mit 1 bis 14 und auf der anderen Seite mit 15 bis 28 bezeichnet. Mit den gezahnten Platten g_0 sind die auf diese Nadeln wirkenden Kurvenführungen p_1 verbunden. n_1 bezeichnet die Platte, welche die übrigen Nadeln in und ausser Wirkung bringt. Die zum Mindern dienenden Nadeln sind, mit Ausnahme der mit 15 bezeichneten, mit langen Hebeln (Fig. 15) ausgestattet, auf welche die Führungen p_1 wirken, indem sie bei der einen Bewegungsrichtung der Platte die betreffende Nadel ausser und bei der entgegengesetzten Bewegungsrichtung in Thätigkeit setzen. Der Hebel der Nadel 15 ist kürzer als die Hebel der übrigen Nadeln. Ein an der Platte n_1 befindlicher vorspringender Teil n (Fig. 14) legt sich auf den Hebel der Nadel 15 und hält so letztere in Thätigkeit, wenn die Platte n_1 gesenkt ist. Mit der genannten Platte ist ferner ein winkelförmiger

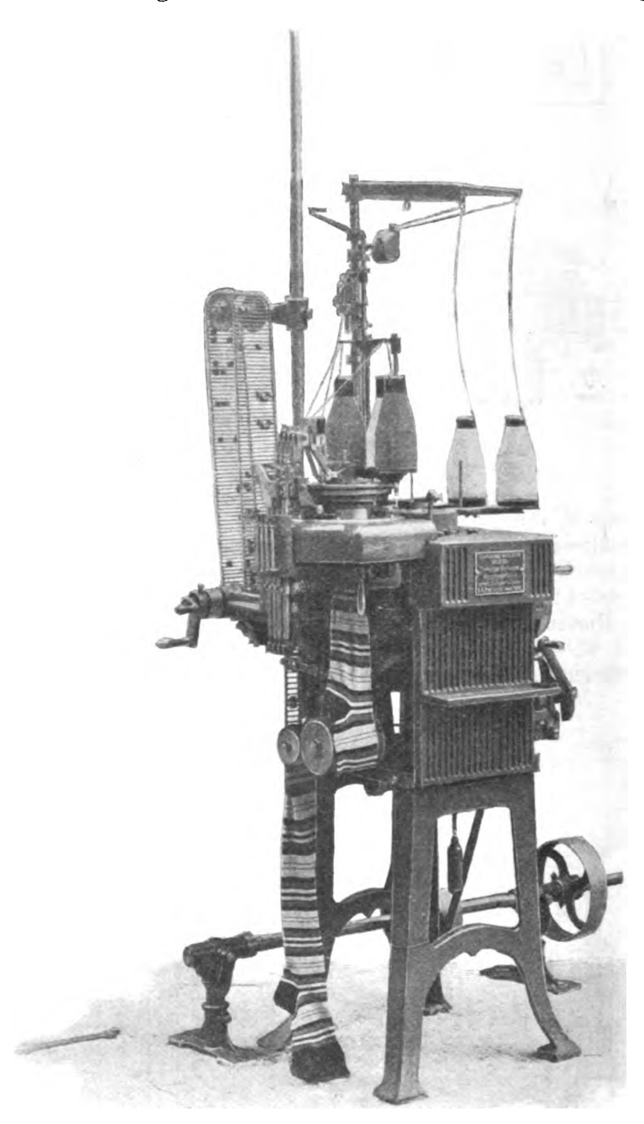


Fig. 16.

Ansatz q_0 verbunden, an dem das eine Ende der Feder a befestigt ist, während das andere Ende der letzteren mit dem Hebel der Nadel 15 verbunden ist. Der vorspringende Teil n hält den Hebel entgegen der Wirkung der Feder a, so dass, wenn die Platte n_1 nach oben geht und dabei den vorspringenden Teil n von dem Hebel abhebt, die Feder den Hebel bewegt und die Nadel ausschaltet. Auf der den Nadeln 15 bis 28 entsprechenden gezahnten Ringplatte g_0 befindet sich der Ansatz q_0. Derselbe liegt ausserhalb der auf die Randnadeln wirkenden Kurvenführung, aber in gleicher Linie mit dem Hebel der Nadel 15, während dieser Nadelhebel seinerseits sich wieder ausserhalb der Linie der vorerwähnten Kurvenführung befindet. Der Ansatz q_0 ist so eingerichtet, dass er im Sinne eines Einschaltens der Nadel auf deren Hebel einwirkt. Beim Beginn des Arbeitens des Fersen- und Zehenteiles wird die Platte n_1 gehoben, um die bei dieser Arbeit nicht benötigten Nadeln ausser Thätigkeit zu setzen (wobei die Klinken g die in Fig. 12 veranschaulichte Stellung einnehmen), und gleichzeitig wird durch Vermittelung der

Feder a die Nadel 15 ausser Thätigkeit gesetzt. Die erste Bewegung der auf die Mindernadeln wirkenden gezahnten Platten ist eine derartige, dass sich die den Nadeln 1 bis 14 entsprechende Platte zunächst in der Pfeilrichtung Fig. 12 vorwärts bewegt, während die den Nadeln 15 bis 28 entsprechende Platte sich ebenfalls in dieser Pfeilrichtung bewegt und so der Ansatz q_0 auf den Hebel der Nadel 15 wirkt und diese dadurch in Thätigkeit setzt, in dieselbe also Faden gelegt wird. Ausserdem wird die Klinke dieser Platte umgelegt, und wenn alsdann die Klinke der anderen Platte zurückgezogen wird, um auf den nächsten Zahn derselben zur Einwirkung zu gelangen, wirkt die Klinke der den Nadeln 15 bis 28 entsprechenden Platte auf letztere in dem Sinne, dass diese entgegen der Pfeilrichtung gedreht, der Ansatz q_0 von dem Hebel der Nadel 15 entfernt wird und die Feder a diese wieder ausser Thätigkeit bringt.

Der Fadenführer bewegt sich beim Stricken schlauchförmiger Ware im Kreise nach links, beim Beginn des Flachstrickens befindet sich dagegen der Faden auf der Vorderseite der Maschine und legt sich zunächst auf sämtliche rechtsseitigen Mindernadeln. Hierauf schaltet die gezahnte rechte Platte auf der rechten Seite eine Nadel aus und zwar 1 (Fig. 13), die Platte auf der linken Seite dagegen eine Nadel ein und zwar Nadel 15. Der Fadenführer belegt somit auf der rechten Seite bei seinem Rücklauf nach links 13 Nadeln, auf der linken Seite aber deren 14. Schwingt der Fadenführer sodann von links nach rechts zurück, so arbeiten links nur noch 13 und rechts auch noch 13 Nadeln wie zuvor. Hierauf werden 12 Maschen auf der rechten und 13 auf der linken und dann 12 auf der linken und 12 auf der rechten Seite gebildet und so fort, bis der Fadenführer im Begriff steht, sich mit zwei Nadeln rechts und zwei Nadeln links, 13, 14 bezw. 28, 27, von links nach rechts zu bewegen. Nunmehr ist der Zustand folgender: auf der rechten Seite befindet sich eine und auf der linken Seite befinden sich zwei Nadeln in Thätigkeit. Alsdann arbeiten auf der linken Seite eine (28) und auf der rechten Seite zwei Nadeln (14, 13), da sich die rechtsseitige Klinke umgestellt hat, also ihre Platte wieder Nadeln einrückt; auf der rechten Seite zwei und auf der linken Seite zwei, da auch hier wieder eingerückt wird, auf der linken Seite zwei und rechts drei u. s. w., bis 13 Nadeln auf der rechten und 13 auf der linken eingeschaltet sind, worauf alsdann beim Einschalten der rechtsseitigen Mindernadel 1 (Fig. 13) die Maschine ihre Bewegung ändert und gleichzeitig die linksseitige Mindernadel 15 (Fig. 12) durch die Platte N wieder in Thätigkeit gebracht wird und der Faden von links nach rechts zu kreisen beginnt.



Fig. 17.

Anstatt der Minderung in der Wade arbeitet die Standard-Rundstrickmaschine die Ware nach und nach geschlossener, so dass auch der Frauenstrumpf seine richtige Form erhält. Das letztere soll nach der Patentschrift 78560 von *Houseman* durch Regelung der Bewegung der Einschliessplatinen erreicht werden, während nach der amerikanischen Patentbeschreibung 489957 ein festeres oder loseres Stricken durch Heben oder Senken des Nadelcylinders gegenüber den Nadeln zu stande kommen soll. Die Regelung der Bewegung der Einschliessplatinen erfolgt nach der genannten deutschen Patentschrift durch einen zweiteiligen Kurvenring, auf welchem die Platinen Führung haben und dessen eine Hälfte unbeweglich ist, während die andere Hälfte verstellbar in Bezug auf die Entfernung vom Mittelpunkt des Kurvenrings ist. Je nachdem der verstellbare Teil des Kurvenringes mehr nach innen oder aussen versetzt wird, schiebt er die Platinen mehr oder weniger gegen den den Nadeln vorgelegten Faden, und diese kulieren somit mehr oder weniger tief. Hieraus ergibt sich die Bildung grösserer oder kleinerer Maschen bezw. lockerer oder fester Ware. Das Gleiche wird erreicht, wenn der Nadelcylinder gegenüber den Nadeln seine Stellung ändert; denn mit der Verstellung des Nadelcylinders wird die Abschlagkante verlegt und es ziehen demgemäss die sinkenden Nadeln die Fadenschleifen mehr oder weniger aus. Zum Zwecke der Verstellung des Nadelcylinders sitzt nach der genannten amerikanischen Patentbeschreibung dieser auf einem zweiarmigen Hebel, dessen freier Schenkel mit einer Laufrolle in einer wagrecht verschiebbaren Kulisse sitzt und durch Verschiebung derselben seine Verstellung erfährt. Die Verschiebung der Kulisse erfolgt durch die Musterkette der Maschine; ihre Mittelstellung entspricht der mittleren Maschengrösse.

Die Standard-Rundstrickmaschine, deren nach Angaben der *Chemnitzer Wirkwarenmaschinenfabrik* weit über

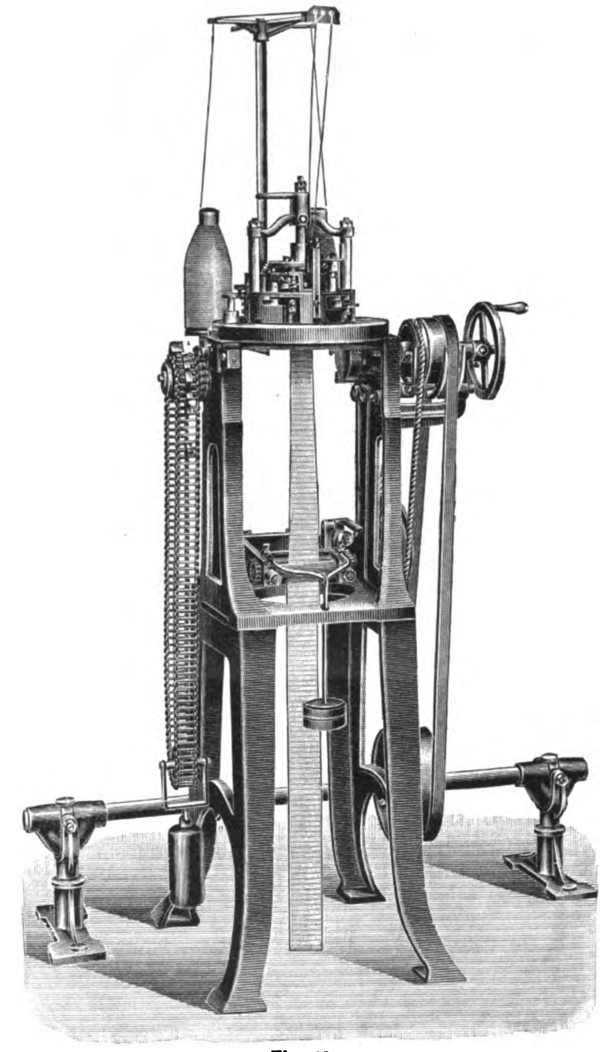


Fig. 18.

1000 Stück im Betrieb sind, arbeitet nach Angaben der genannten Firma mit 200 Touren, von 11 r engl. ab mit 260 Touren pro Minute. Die Maschine wird nach dem Uebertragen des aufgestossenen Randes eingerückt und bleibt selbst stehen, sobald die Fussspitze fertig ist. Bei Socken (Fig. 17) bedient ein Mädchen mit einer Aufstosserin 4 bis 5 Maschinen, bei Frauenstrümpfen entsprechend mehr, je nachdem dieselben mit Elastics oder Doppelrand hergestellt werden; letztere werden aneinanderhängend gearbeitet (vgl. Fig. 1). Die Maschine arbeitet täglich (10 Stunden) nach Angaben obiger Firma 5 bis 8 Dutzend Paar Socken, je nach Feinheit, und braucht zu ihrem Betrieb $^1/_{10}$ PS, zu ihrer Aufstellung etwa 1 qm.

Sollen auf der Maschine Socken oder Strümpfe nicht einfarbig, sondern als quergestreifte Ware hergestellt werden, so wird dieselbe mit einem Ringelapparat ausgestattet, der mit Leichtigkeit ausser Thätigkeit gesetzt werden kann. Fig. 16 zeigt eine solche Maschine mit vierfarbigem Ringelapparat. Der Fadenwechsel geschieht, wie die bezeichnete Figur erkennen lässt, durch eine Musterkette mit eingeschraubten Knaggen. Bei Herstellung von Ringelware arbeitet die Maschine mit etwa 150 Touren und liefert etwa $3^1/_2$ bis 5 Dutzend Paar Socken.

Die zum Aufstossen auf die Nadeln der Standard-Maschine bestimmten Sockenränder und Kinderstrumpflängen werden auf besonderen Rundränderwirkmaschinen gearbeitet. Fig. 18 veranschaulicht eine solche Maschine, wie

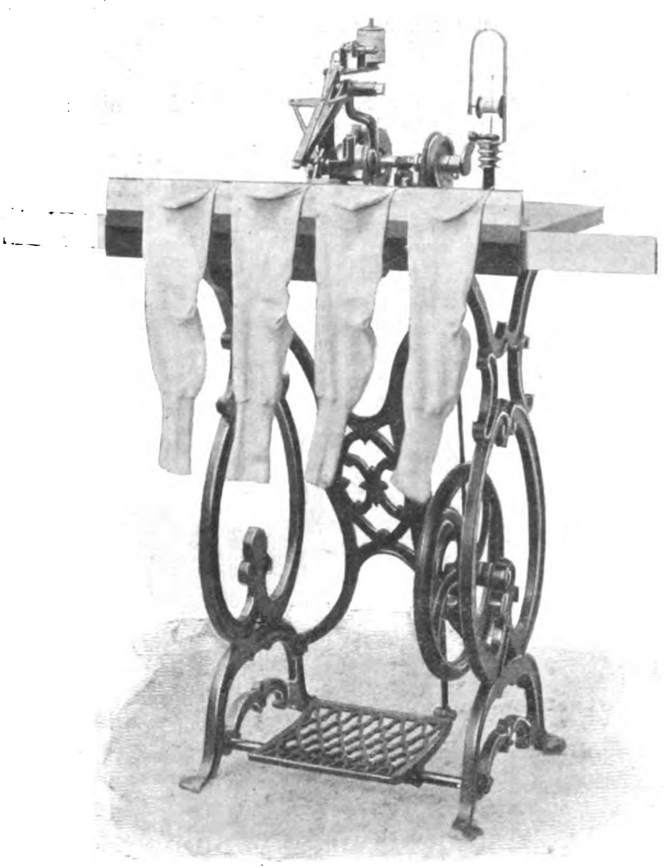


Fig. 19.

sie von der Firma *Chemnitzer Wirkwarenmaschinenfabrik* hergestellt wird. Die Maschine liefert die bezeichneten Warenstücke nur einfarbig in 1 und 1 Ränderware ohne Naht, mit regulären Kopf- und Perlreihen, sowie Langreihe zum Aufstossen und Schneidreihen, welche man auch aufziehen kann, wodurch man einen tadellosen Kopf erhält. Die Maschine braucht zu ihrem Betrieb nur $^1/_{20}$ PS und liefert bei 100 Touren pro Minute täglich ca. 25 Dutzend Paar Sockenränder in mittlerer Feinheit.

Die von der Standard-Rundstrickmaschine kommenden Strümpfe sind vollständig nahtlos bis auf die Fusspitze. Hier muss die Naht durch Vereinigung des Maschenrandes der Fusspitze mit demjenigen des Fusses *a* (Fig. 17) gebildet und so der Strumpf geschlossen werden. Die Ausführung dieser Arbeit erfolgt auf einer Flachkettelmaschine, wie sie Fig. 19 wiedergibt. Sollen farbige Waren mit gleichfarbigem Garn gekettelt werden, so versieht die

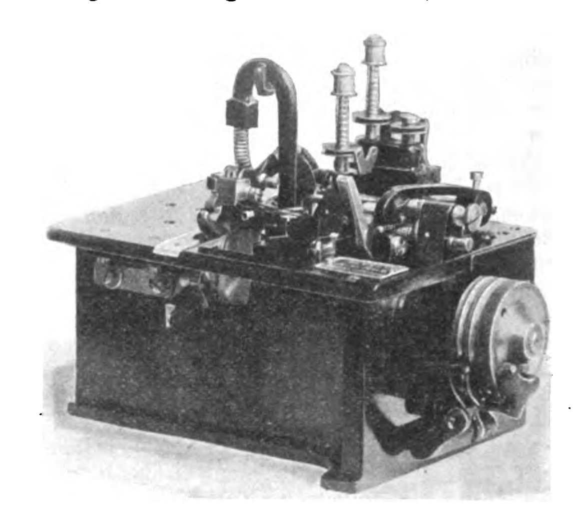


Fig. 20.

mehrfach genannte Firma die dargestellte Kettelmaschine mit einer Zwirnvorrichtung, welche während des Ganges der Maschine, während also der Nadelschlitten fortschreitet und die schwingende Nähnadel durch die aufgestossenen Maschenreihen Masche für Masche hindurchgeht, den Nähfaden zwirnt. Ein Mädchen kann wöchentlich ca. 100 Dutzend Paar Socken mittlerer Feinheit mit der Maschine ketteln.

Das Säumen der Doppelränder an Standard-Waren erfolgt vorwiegend mit der in der Trikotagenfabrikation eingeführten Nähmaschine „Overlock", wie sie in obenstehender Fig. 20 zur Darstellung gebracht ist. Die Maschine arbeitet bei Dampfbetrieb mit etwa 1000 Stichen pro Minute. *H. Glafey*, Regierungsrat.

Bücherschau.

Die Umsteuerung mit dem einfachen Schieber in rein zeichnerischer Behandlungsweise. Für technische Lehranstalten aller Grade und zum Selbstunterricht. Zweite, umgearbeitete Auflage der „Umsteuerungen der Lokomotiven". Von *Albert Fliegner*, Professor der theoretischen Maschinenlehre am eidgen. Polytechnikum in Zürich. 167 S. mit 7 lithographierten Figurentafeln. Zürich. Druck und Verlag von Friedrich Schulthess. 1900.

Der Verfasser erklärt nach einer kurzen Einleitung im ersten Abschnitt auf 31 Seiten die Bewegung und Wirkungsweise des einfachen Muschelschiebers unter Benutzung des *Schorch*'schen und des *Müller*'schen Schieberdiagramms; wenn dieser Gegenstand in diesem Kapitel auch nicht erschöpfend behandelt ist, so kann das letztere insbesondere beim Selbststudium wohl nicht immer entbehrt werden. Das folgende Kapitel (S. 33 bis 43) befasst sich mit Schieberkonstruktionen, die auf Verbesserung der Ein- und Ausströmung abzielen, auch hierbei ist eine Auswahl getroffen worden; zur Besprechung gelangen die Schieber von *Trick*, *Penn*, *Ehrhardt und Sehmer*, *Hick*, *Mekarski*. Nach Entwickelung des zeichnerischen Verfahrens auf den ersten 54 Seiten, werden im zweiten, dem grösseren Teil des Buches, die Umsteuerungen mit dem einfachen Schieber eingehend behandelt und zwar der Reihenfolge nach die Umsteuerungen von *Gooch*, *Stephenson*, *Allan*, *Walschaert*, *Hackworth*, *Morton*, *Wild*.

Das Buch zeichnet sich vor ähnlichen durch die Gedrängtheit, Einfachheit und Klarheit des Ausdrucks, strenge Beweisführung und saubere Darstellung in den Zeichnungen vorteilhaft aus.

Eingesandt.

Pariser Weltausstellung. Die deutsche Maschinenabteilung nähert sich jetzt mit Riesenschritten ihrer Vollendung. U. a. hat die Firma *R. Wolf*, *Magdeburg-Buckau*, die wieder in erfolgreichster Weise den hochentwickelten deutschen Lokomobilbau vertritt, ihre ausgestellte 200—300pferdige Compoundlokomobile vor einigen Tagen in Betrieb gesetzt. Diese Lokomobile, welche durch ihre Abmessungen und ihre elegante Ausführung vorteilhaft auffällt, ist die einzige mit Dampf betriebene Vertreterin dieser Maschinengattung in der Maschinenhalle.

Die Generalvertretung für Deutschland der in Heft 19, S. 298 und 299 d. Bd. beschriebenen *Moore-Dampfpumpen* ruht in den Händen der Firma *Luftdruck-Wasserhebungs-Gesellschaft Krause und Co., Berlin SO. 16, Michaelkirchplatz 24.*

Arnold Bergsträsser Verlagsbuchhandlung (A. Kröner) Stuttgart.
Druck der Union Deutsche Verlagsgesellschaft ebendaselbst.



DINGLERS
POLYTECHNISCHES JOURNAL.

81. Jahrg., Bd. 315, Heft 22. Stuttgart, 2. Juni 1900.

Jährlich 52 Hefte in Quart. **Abonnementspreis** vierteljährlich 6 M., direkt franko unter Kreuzband für Deutschland und Oesterreich 6 M. 65 Pf., für das Ausland 7 M. 30 Pf. Redaktionelle Sendungen und Mitteilungen bittet man zu richten: An die Redaktion von „Dinglers Polytechn. Journal" in Stuttgart, die Expedition betreffende Schreiben an Arnold Bergsträsser Verlagsbuchhandlung (A. Kröner) Stuttgart.



Verfahren zur Erzeugung hoher Temperaturen durch Verbrennen von Aluminium und einige Anwendungen desselben in der Technik.

Von Dr. **Hans Goldschmidt** in Essen a. d. Ruhr.

Diejenigen beiden Grundstoffe, die auf unserer Erde am häufigsten vorkommen, sind der *Sauerstoff* und das *Aluminium*[1]). Bringt man diese beiden Körper in geeigneter Weise zur chemischen Verbindung, so wird dadurch eine so *hohe Temperatur* erzeugt, wie wir solche sonst nur noch mit Hilfe des elektrischen Stromes hervorzubringen vermögen. Auffallenderweise war diese *Thatsache* bislang noch *nicht bekannt!*

Der ständig billiger werdende Preis des metallischen *Aluminiums*, der zur Zeit etwa 2 M. für das Kilo beträgt, hat eine umfangreiche technische Verwertung dieser Reaktion sehr erleichtert. Der nötige *Sauerstoff* wird nicht der Luft entnommen, vielmehr ausschliesslich in fester Form verwendet, indem vorzugsweise seine Verbindungen mit Metallen — die Metalloxyde — in Anwendung kommen.

Der chemische Vorgang ist ausserordentlich einfach, da nur drei Grundstoffe in Wechselwirkung treten: Ein Metall, Sauerstoff und Aluminium. Als Beispiel eines Metalloxyds sei das Eisenoxyd gewählt; es ist dies der als braunes Pulver allgemein bekannte Eisenrost, der vielfach als Eisenerz in der Natur vorkommt. Das Aluminium wird diesem Pulver in zerkleinertem Zustande untermischt.

Die Umsetzung dieses Gemisches aus Eisenoxyd und Aluminium geht in der Weise vor sich, dass sich der Sauerstoff vom Eisenoxyd abtrennt und mit dem Aluminium verbindet; es bildet sich demnach Aluminiumoxyd und metallisches Eisen: *Bei dieser Umsetzung tritt nun die eingangs erwähnte sehr hohe Temperatur auf.*

Wohl hat man schon früher, vor fast 50 Jahren, Mischungen von Metallchloriden — seltener von Oxyden — mit Aluminium zur Reaktion gebracht; es seien hier besonders die Arbeiten von *Wöhler*, *St. Claire-Deville* und *Gebr. Tissier* genannt. Alle diese Forscher arbeiteten aber mit sehr *kleinen Mengen* und stets so, dass das Gemisch in einem *kleinen Tiegel von aussen*, z. B. durch Einstellen in eine Muffel, *erhitzt* wurde. Oft trat dadurch eine so heftige Reaktion ein, dass der Verlauf der Reaktion nicht genau verfolgt werden konnte.

An eine Erhitzung der Mischung durch die Tiegelwand selbst war aber von vornherein bei einer technischen Verwendung des Verfahrens nicht zu denken, da kein Tiegelmaterial bekannt ist, das in heissem Zustande dem geschmolzenen Aluminiumoxyd resp. den Produkten der Reaktion Widerstand leisten kann.

Es war also zunächst die Aufgabe zu lösen, die *Umsetzung im Gefässinnern ohne äussere Wärmezufuhr* durchzuführen. Hierbei kommt zu gute, dass das an der inneren Tiegelwand infolge der äusseren Abkühlung entstehende erstarrte Aluminiumoxyd den eigentlichen Schutz gegen den feuerflüssigen Teil selbst bildet.

Ferner musste die *Reaktion* zwischen dem Metalloxyd und Aluminium so geleitet werden, dass dieselbe *ruhig verlief*.

[1]) *Cl. Winkler, Zeitschr. f. angew. Chemie*, Jahrg. 1899, Heft 4, S. 93.

Wie wird nun vor allem nach dem neuen Verfahren *die Umsetzung* hervorgerufen?

Dieser Punkt bereitete *anfänglich* die allergrössten *Schwierigkeiten*; nachdem dieselben aber einmal in ihren Ursachen erkannt waren, gestaltete sich die Ueberwindung derselben ausserordentlich einfach.

Die *Entzündung* vieler Gemische setzt nämlich erst bei *hoher Temperatur* ein; man könnte solche mit einem *glühenden Stab* umrühren, *ohne* dass eine *Entzündung* eintreten würde. Nach Versuchen mancherlei Art zeigte sich, dass es eine grosse Reihe Sauerstoffverbindungen gibt, die mit Aluminium vermischt, sich sehr leicht und bei niedriger Temperatur entzünden lassen, dann sofort nach der Entzündung aber eine sehr hohe Temperatur entwickeln. Man hat also nichts weiter zu thun, als diese leicht entzündbaren Gemische, z. B. *Baryumsuperoxyd* und Aluminium auf die schwerer zur Entzündung zu bringenden aufzustreuen, um dann beispielsweise mit einem glühenden Stab oder am besten und bequemsten durch Aufwerfen eines in Brand gesetzten sogen. *Sturmstreichholzes* die Umsetzung einzuleiten. *Die Ausführung ist also die denkbar einfachste.*

Nun wurde vom Verfasser weiter die wichtige Beobachtung gemacht, dass Gemische von Metalloxyden resp. Sauerstoff und auch schwefelhaltigen Verbindungen mit Aluminium, welchen Metallen auch noch Magnesium oder Calciumkarbid zugefügt werden kann, in sich weiter brennen, *ohne irgend welche Wärmezufuhr von aussen*, und dass neues — auch nicht vorgewärmtes — Gemisch, das dem in Reaktion getretenen zugegeben wird, *weiterbrennt.*

Damit war auch die zweite Aufgabe gelöst, nämlich die Umsetzung zu regeln, indem je nach Gang derselben mehr oder weniger von dem Gemisch nachgegeben wird. Auch hat sich gezeigt, dass ein derartiges Gemisch sehr viel ruhiger reagiert, wenn es nicht vorher erhitzt worden ist, sondern in unangewärmtem Zustande von einer Stelle aus abbrennen kann.

Mit diesen Reaktionen, die sehr einfach auszuführen sind, ist die Möglichkeit gegeben, *überall grosse Wärmemengen ohne Zuhilfenahme von Maschinen und umfangreichen Apparaten frei zu machen.* Es ist eine *neue Industrie* ins Leben gerufen, die in Frankreich, wo das Verfahren auch bereits in grösserem Massstabe nach den Patenten des Erfinders ausgeführt wird, mit dem sehr treffenden Namen *„Aluminothermie"* belegt worden ist.

Die bei der Reaktion entstehenden *Temperaturen*, die 2000° noch erheblich übersteigen, können nach unseren derzeitigen Methoden weder direkt noch indirekt gemessen, sondern nur *geschätzt* werden, somit liegt diesen Bestimmungen eine grosse Unsicherheit zu Grunde. Das *Wyborghsche Thermophon* gibt die Temperatur auf *2900 bis 3000° C.* an, eine Zahl, die natürlich nur auf Extrapolation beruht und einen streng wissenschaftlichen Wert nicht beanspruchen kann.

Die *praktische Anwendung* des Verfahrens umfasst bereits die weitesten Gebiete. Vor allem hat es sich gezeigt, dass nach obigem Beispiel nicht etwa nur *Eisen*, sondern ein *grosser Teil der Metalle*, und zwar in *reinem* geschmolzenen Zustande sich abscheiden lässt, wenn man die betreffenden Oxyde verwendet. Die Mischung mit Aluminium geschieht im Prinzip nach äquivalenten Verhältnissen, doch wählt man stets einen *Ueberschuss von Oxyd*, da es dadurch möglich ist, *sämtliches Aluminium zu oxydieren*, so dass — trotz der grossen Legierungsfähigkeit des Aluminiums — die *Metalle aluminiumfrei* erhalten werden.

In Betracht kommen vor allem solche Metalle, deren *Reindarstellung* nach *anderen Verfahren* bisher *nicht möglich* war und die nun in reinem auch *kohlefreiem* Zustande dem Hüttenmann besondere Vorteile bieten. In erster Linie ist hier das *Chrom* zu nennen.

In der Stahlindustrie ist früher fast ausschliesslich das Chrom in Form von *Ferrochrom* mit einem Gehalte von etwa 40 bis 60 % Chrom zur Verwendung gekommen: Dies Produkt enthält zumeist etwa *12 % Kohle* in Bezug auf den *Chromgehalt*. Das Chrom ist daher im Ferrochrom nicht als ein solches, sondern als ein *Chromkarbid* vorhanden. Alle Stahllegierungen also, die mit diesem Ferrochrom angefertigt werden, sind streng genommen nicht als Chromstahle, sondern als Chromkarbidstahle anzusehen. Mit dem reinen kohlefreien Chrom können also andere Legierungen angefertigt werden, die natürlich auch andere Eigenschaften haben, so vor allem eine geringere Sprödigkeit und Härte besitzen, als die mit kohlehaltigem Chrom hergestellten. Es ist mit dem reinen Chrom ferner möglich, *Chromstahle mit höherem Chromgehalt* anzufertigen als bisher, weil der hohe Gehalt an Kohle im Ferrochrom höher chromierte Legierungen infolge des gleichzeitig bedingten Kohlenstoffgehalts unmöglich machte.

Es sind in den letzten Monaten, seit Beginn der Fabrikation in *Essen* sowohl wie in *St. Michel de Maurienne* in Frankreich (Savoyen), durch die *Société d'Electrochimie* in Paris, bereits *einige Waggon Chrom* abgeliefert worden, die zur Herstellung von mehreren Hundert Tonnen Chromstahl dienten.

Die Fabrikation des Metalls geschieht in grossen tiegelartigen Gefässen, die einen Fassungsraum für einige Zentner Metall besitzen. Die Abscheidung einer derartigen Menge dauert etwa eine halbe Stunde.

In gleicher Weise wird *reines Mangan* fabrikmässig hergestellt, das besonders für *reine eisenfreie Manganbronzen* umfangreiche Verwendung findet, ferner auch für *spezielle Manganstahle*. Dies reine Mangan hat die vorteilhafte Eigenschaft, dass es nicht wie das bisher bekannte kohle- resp. karbidhaltige Produkt an der Luft zerfällt, es hält sich vielmehr beliebig lange und zeichnet sich vor allem dadurch aus, dass es sich sehr *leicht* mit geschmolzenem Kupfer, Zinn, Zink u. s. w. *legieren lässt*, wobei es einen viel *geringeren Abbrand* ergibt, als das kohle- resp. karbidhaltige Produkt. Legierungen mit Kupfer, die 20, 30, 50 und mehr Prozent Mangan enthalten, sind ausserordentlich leicht mit diesem reinen Mangan herzustellen.

Die hochprozentigen Mangankupferlegierungen dienen zum Weiterlegieren mit reinem Kupfer. Es hat sich eine Legierung mit 5 % Mangan und 95 % Kupfer als besonders widerstandsfähig und auch feuerbeständig gezeigt. Diese Kupferlegierung lässt sich ziehen und schmieden, und werden daraus Stangen und Röhren gefertigt.

Trotz des erheblich höheren Preises dieses reinen Mangans gegenüber dem hochprozentigen Ferromangan, mit dem sonst vielfach eisenhaltige Kupfermangane hergestellt werden, wird ersteres für die Darstellung guter manganhaltiger Kupferschmelzen entschieden vorgezogen, weil es sich gezeigt hat, dass man *zuverlässige dichte, porenfreie Güsse* nur mit diesem *reinen, leicht legierbaren Mangan* herzustellen vermag. Selbstverständlich wird für solche Mangankupferlegierungen auch nur bestes Elektrolytkupfer verschmolzen.

Das Mangan dient auch als *Desoxydationsmittel* an Stelle von Magnesium und Aluminium besonders bei *Nickelgüssen*.

Von Wichtigkeit für die Stahlindustrie ist ferner das nach diesem Verfahren dargestellte *kohlefreie Ferrotitan* mit 10 und 20 bis 25 % Titan. Selbst geringe Zusätze dieser Legierung geben dem Stahl resp. Eisen ein besonders festes und feinkörniges Gefüge.

Nach demselben Verfahren wird auch *Ferrobor mit 20 bis 25 % Bor* dargestellt. Die Versuche über die mit Hilfe dieser Legierung dargestellten Borstahle, die verschiedene in- und ausländische Werke neuerdings angestellt haben, sind noch nicht abgeschlossen. Interessant, allerdings zur Zeit mehr vom wissenschaftlichen Standpunkt, ist es auch, dass die Oxyde der Erdkalimetalle durch Aluminium reduziert werden, am leichtesten auch in Legierungen. So ist ein *Bleibaryum* mit *30 % Baryum* abgeschieden worden. Diese Legierung, die spröde krystallinische Stücke bildet, zersetzt das Wasser stürmisch und zerfällt bald an der Luft.

Dieser metallurgische Teil bildet einen für sich abgeschlossenen Fabrikationszweig.

Aufs engste mit dieser Fabrikation verbunden ist die Darstellung des *geschmolzenen Aluminiumoxydes*, das gleichzeitig mit der Metallabscheidung entsteht. Da der Corund resp. Schmirgel, der in der Natur vorkommt, im wesentlichen aus Aluminiumoxyd besteht, so kann man dieses Produkt als *„künstlichen Corund“* oder Schmirgel bezeichnen. Für dasselbe ist der Name *„Corubin“* geschützt. Dieser „Corubin“ zeichnet sich vor allem durch seine *grosse Härte* und *Schleiffähigkeit* aus und übertrifft hierin, wie Versuche ergeben haben, den natürlichen Corund, sowie den Schmirgel ganz erheblich.

Ferner bildet das Material ein *hochfeuerfestes Produkt*, aus dem neuerdings Steine, Formen und Tiegel für besondere Zwecke hergestellt werden.

Von *umfangreichster* und *mannigfaltigster* Art sind aber diejenigen Teile des Verfahrens, die sich mit der *Wärmeausnutzung für die Metallbearbeitung* befassen. Die Methoden beruhen darauf, dass man die bei der Reaktion auftretende *Wärme direkt auf das Arbeitsstück einwirken* lässt, ferner auch darauf, dass das bei dieser Reaktion sich abscheidende *hocherhitzte Metall* zum *Aufgiessen resp. Aufschweissen* verwendet wird. Für diese unter Metallabscheidung Wärme liefernden Gemische ist der Name *„Thermit“* unter Schutz gestellt. Es wird vorzugsweise ein Gemisch, das im wesentlichen aus Eisenoxyd und Aluminium besteht, genommen.

Das Verfahren ist in erster Linie als *Schweissverfahren* ausgebildet und zeichnet sich durch seine *ausserordentliche Einfachheit* aus.

Die Ausführung geschieht derart, dass die zu verschweissenden Enden mit vorher blank gemachten Flächen *stumpf aneinander gedrückt* werden. Um die Schweissstelle wird eine lose anschliessende *Form aus dünnem Eisenblech* gelegt, die von aussen mit Formsand o. dgl. abgestützt ist. In einem *Tiegel* entsprechender Grösse wird sodann die *feuerflüssige Mischung* bereitet und die Form damit gefüllt. Dadurch dass die Enden der Schweissstücke mit Hilfe eines *Klemmapparats* fest zusammengeschraubt sind, also der durch die Erwärmung bedingten Ausdehnung nicht folgen können, entsteht der *zum Schweissen erforderliche Druck*, der nötigenfalls durch Anziehen der Schrauben des Klemmapparats noch verstärkt werden kann.

Auf experimentellem Wege, an Hand zahlreicher Proben auf Festigkeit, Zerreissproben u. dgl. ist sorgfältig bestimmt worden, *wie viel Erwärmungsmasse jeweilig erforderlich ist*, um eine Schweissung bestimmter Grösse auszuführen, und welchen Inhalt infolgedessen die Form haben muss, die um die Schweissstelle anzubringen ist. Somit ist es bei diesem Verfahren möglich, *die jeweils erforderliche Wärmemenge vorher genau abzuwiegen*. Dies ist ein Vorteil, den bisher *kein anderes Schweissverfahren bot*, da diese alle darauf basierten, die Schweisstemperatur *mit dem Auge* zu erkennen. Es können deswegen die Schweissungen nach den bisher bekannten Methoden — mit Kohlenfeuer, Wassergas, Elektrizität — nur von *sehr geübten*, zuverlässigen *Handwerkern* ausgeführt werden, während das neue Verfahren thatsächlich von *gewöhnlichen Arbeitern*, selbst jugendlichen, nach kurzer Uebung gehandhabt wird. Hierin liegt ein weiterer bedeutender Vorteil, der noch, wie weiter unten angegeben, durch die *Billigkeit des Verfahrens* sehr erhöht wird.

Typisch für dies Schweissverfahren ist ferner die Mög-



lichkeit, die *Wärme auf kleinstem Raum* zu konzentrieren, so dass die dicht neben der Schweissstelle liegenden Teile, die nicht von der feurigen Masse bespült werden, kalt bleiben und erst allmählich durch Leitung des Metalls eine höhere Temperatur annehmen. Schliesslich ist noch der eigenartig *automatische Charakter* dieser Schweissmethode bemerkenswert, wodurch ein sehr *geringer Aufwand an Arbeitslohn* bedingt ist.

Ein eigenartiger Vorgang spielt sich beim Aufgiessen der flüssigen Masse ab. In dem Tiegel, in dem das zum Schweissen erforderliche *Thermit* bereitet wurde, bilden sich zwei Schichten: unten das flüssige Eisen, oben das leichtere geschmolzene Aluminiumoxyd. Dieses fliesst beim Aufgiessen natürlich zuerst ab und *erstarrt* nun, und zwar in *ganz dünner Schicht* augenblicklich sowohl auf den kalten Flächen der Form wie des Schweissstücks, während der nachfliessende Teil des Tiegelinhalts, d. h. ein Teil des Aluminiumoxyds und das ganze Eisen kurze Zeit flüssig bleiben. Die Folge davon ist, dass das aus dem Tiegel nachfliessende hocherhitzte Eisen weder das Schweissstück noch die dünne Blechform *direkt berühren* kann, also auch nicht im stande ist, mit diesen Teilen zu verschmelzen. Aus diesem Grunde bleibt das *Schweissstück vollständig unverändert,* und auch die *Form* kann *wiederholt gebraucht* werden.

Nach erfolgter Schweissung kann die erstarrte Masse durch einige leichte Hammerschläge von dem Schweissstück und der Form abgeschlagen werden. Bei der Schweissung grösserer massiver Stücke, beispielsweise bei Schienen, ist es zu empfehlen, etwas mit dem Abschlagen zu warten, um eine allmähliche Abkühlung der Schweissstelle zu bewirken, was im allgemeinen günstig auf das Material einwirkt.

Alle bisher als feuerfest bekannten *Tiegel* — z. B. die hessischen und Graphittiegel — *eignen sich* für das neue Verfahren *durchaus nicht.* Die flüssige Thonerde löst die kieselsäurehaltige Wandung dieser Tiegel auf. Es werden deswegen besondere Tiegel, deren Wand aus Corubin, welcher, wie oben bereits erwähnt, bei der Fabrikation gewonnen wird, oder aus Magnesia besteht, in Verwendung gebracht. Die Anfertigung dieser Tiegel bildet einen besonderen Fabrikationszweig. Diese Tiegel haben sich durchaus bewährt, sie sind dauerhaft und für neue Operationen wiederholt verwendbar. Die Innenseite überzieht sich mit einer Glasur von Thonerde, welche die Widerstandsfähigkeit noch erhöht.

Zwei Anwendungsarten dieser vorerwähnten Schweissung sollen besonders hervorgehoben werden. In erster Linie ist das *Verfahren zum Zusammenschweissen von Eisenbahnschienen der elektrischen Strassen- und Kleinbahnen* in Anwendung gebracht worden (Fig. 1).

Der Preis der Schweissung stellt sich durchaus nicht höher als eine solide Laschenverbindung, so dass eine um-

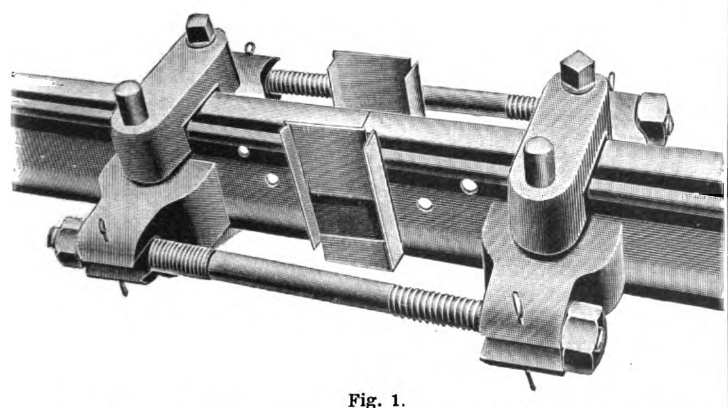


Fig. 1.
Verschweisste Schiene mit angelegtem Klemmapparat und umgelegter Blechform.

fangreiche Anwendung dieser Schienenschweissung zu erwarten ist. Eine kleine Probestrecke solcher zusammengeschweisster Schienen liegt bereits seit fast Jahresfrist auf der Strecke der elektrischen Bahn von Essen-Ruhr nach Steele: dieselbe ist ständig im Betriebe, hat die Temperaturen eines heissen Sommers und eines kalten Winters ausgehalten und sich aufs beste bewährt.

Eine gute elektrische Verbindung der Schienen untereinander ist bekanntlich für den Betrieb von elektrischen Strassenbahnen, bei denen der Strom durch die Schienen zurückgeleitet wird, von ausserordentlicher Wichtigkeit. Die bisher in Anwendung gekommenen, fast allgemein gebräuchlichen Kupferverbinder lösen die Aufgabe sehr mangelhaft. Die Folge davon ist, dass sich der Rückstrom einen anderen Weg an Stelle des Schienenweges wählt. Die Ströme gehen in das Erdreich und zumeist dann in die



Fig. 2.
Schienenschweissung auf der Strecke (Moment des Eingiessens).

Röhren der Gas- und Wasserleitungen, die sie oft in verhältnismässig kurzer Zeit beschädigen und somit zu Brüchen Veranlassung geben. Besonders in den Vereinigten Staaten von Nordamerika — wo der Betrieb der elektrischen Strassenbahnen einige Jahre älter ist als bei uns — hat man in dieser Beziehung trübe Erfahrungen gemacht. Es sei hier auf den höchst beachtenswerten diesbezüglichen Bericht von *Johannes Ohlshausen,* Bauinspektor der Stadtwasserkunst in Hamburg und einen in *Schilling's Journal für Gasbeleuchtung und Wasserversorgung* erschienenen Aufsatz [2]) hingewiesen. Zur Einschränkung dieser Störungen, die durch die sogen. vagabundierenden Ströme herbeigeführt werden, wird von den Fachmännern eine Schienenschweissung in erster Linie vorgeschlagen.

Seitens einer Reihe von Bahnverwaltungen, z. B. der Strassenbahnen von Hamburg, Dresden, Brüssel, Berlin, sind bereits mehrere Kilometer Geleise behufs demnächstiger Verschweissung fest in Auftrag gegeben, von anderen in sichere Aussicht gestellt worden. In Braunschweig sind kürzlich zwei Probestrecken ausgeführt und dem Betriebe übergeben worden. Alle bisher in in- und ausländischen Fachkreisen über die neue Schienenverbindung abgegebenen Urteile lauten sehr günstig [3]). (Fig. 2.)

Da die Schienen der elektrischen Bahnen fest im Erdboden oder Pflaster liegen, so übt *die wechselnde Temperatur* mit ihrem Zusammenziehen und Ausdehnen der Schienen nicht den Einfluss aus wie bei den *freiliegenden Schienen* der Hauptbahnen. Es ist deswegen auch beim Zusammenschweissen langer Strecken jener Strassenbahnschienen ein Ausbiegen bei Sommerhitze oder ein Reissen bei Frost nicht zu befürchten, wie nicht nur Berechnungen ergaben, sondern entsprechende Prüfungen an den Versuchsstrecken erwiesen haben. Diese Prüfungen wurden bereits im vergangenen Sommer auf einer verschweissten Linie derartig angestellt, dass eine Strecke von 100 m mehrere Stunden durch ein Gemisch von Eis und Salz abgekühlt wurde.

Auch für die Hauptbahnen hat das neue Verfahren, be-

[2]) Elektrolytische Zerstörung von Rohrleitungen durch Erdströme. Bericht in- und ausländischer Zeitungen. Als Manuskript gedruckt. München 1899. Druck von R. Oldenbourg. Zu beziehen von dem Verein deutscher Gas- und Wasserfachmänner, Berlin, und *Schilling's Journal f. Gasbel. u. Wasserversorg.*, Bd. 15, 16 u. 17, 1900.

[3]) Mitteilungen des Vereins deutscher Strassenbahn- und Kleinbahnverwaltungen, Beilage zur *Zeitschr. f. Kleinbahnen* 1899, Heft 11. Julius Springer, Berlin. *Street Railway-Journal,* New-York, Vol. XVI, Nr. 53, II, 1900, S. 158 u. ff.

sonders für das Verschweissen der *Herzstücke* an den Weichen Interesse. Ferner könnte man auch dazu übergehen, die Schienen in den *Tunnels* zu verschweissen, da in diesen die Temperatur eine beständige ist, also die Schienen vor der sogen. „Wanderung", wie das infolge erhöhter Temperatur entstehende Ausdehnen resp. Ausbiegen derselben benannt wird, geschützt sind.

Da durch Verschweissen der Schiene, also — selbst teilweises — Fortfallen der Schienenstösse eine grosse Er-

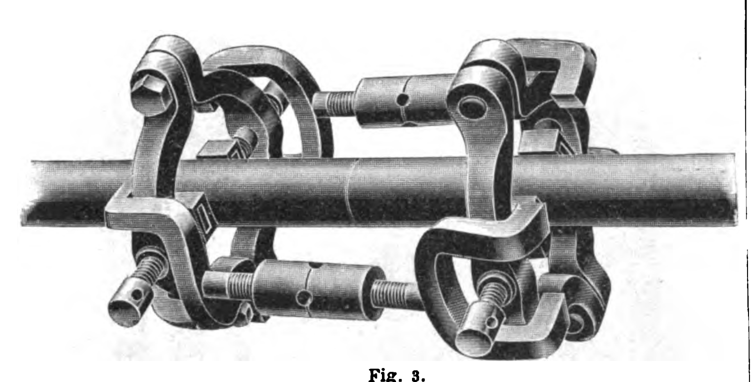


Fig. 3.
Zweizöllige Rohre mit angelegtem Spannapparat. Apparat derselben Grösse eignet sich auch zum Verschweissen von Rohren bis zu 4 Zoll.

sparnis am Oberbau sowohl wie am rollenden Material eintritt, so stehen auch die Hauptbahnen diesem Verfahren sympathisch gegenüber und sind entsprechende Versuche in Ausführung.

Eine weitere Anwendung dieser Schweissungsart ist das *Aneinanderschweissen schmiedeeiserner Rohre aller Art* für Dampf-, Gas- und Wasserleitungen. Die Ausführung dieser Verschweissungen ist infolge der *einfachen* Querschnittsformen noch viel *einfacher* als bei einer Schiene, zudem sind die auf Schweisswärme zu erhitzenden Teile, selbst bei Röhren von grossem Querschnitt, gering an Gewicht, so dass beispielsweise mit 1,6 kg Thermit und einem Tiegel von 20 cm äusserer Höhe (Spezialtiegel Nr. 3) ein Rohr von etwa 50 mm innerem Durchmesser bei einer Wandstärke von 4 mm in einigen Minuten verschweisst werden kann (Fig. 3 bis 7 der Rohrschweissung).

Derartig verschweisste Rohrsysteme haben den *höchsten Anforderungen an Druck* und Festigkeit entsprochen, die überhaupt erhoben werden. Wiederholt angestellte Proben haben ergeben, dass die Rohre über *400 at* Druck aushielten, *ohne an der Schweissnaht undicht* zu werden oder

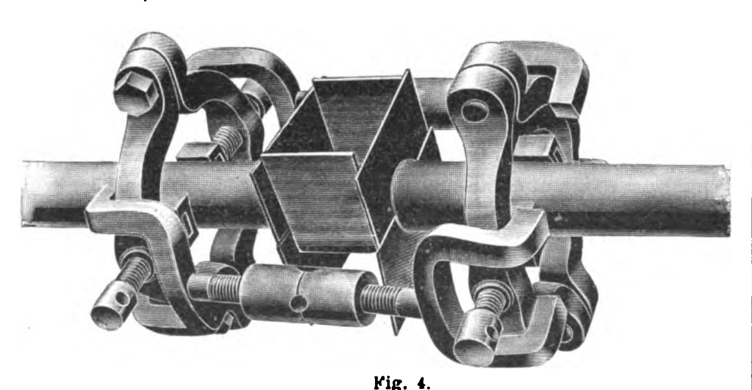


Fig. 4.
Rohre mit angelegter Eingussform bei horizontaler Lage der Rohre.

gar zu platzen. Beim Flachschlagen des Rohres an der Schweissstelle tritt eher ein Längsriss ein, als ein Bersten der Schweissstelle (Fig. 8), auch kann das Rohr unbeschadet an der Schweissstelle im kalten Zustande gebogen werden (Fig. 9).

Die Schweissung kann in *allen Lagen* des Rohres — vertikal oder horizontal — selbst an schwer zugänglichen Stellen bewerkstelligt werden, da die Form, die um die Schweissstelle zu legen ist, samt der Formsandumkleidung und dem nötigen Klemmapparat nicht mehr Raum beansprucht, als zur Anbringung einer Flanschen- oder Muffenverbindung nötig ist. Deswegen wird die *Schweissung besonders beim Verlegen der Rohre* ausserhalb der Werkstatt angewendet, und zwar in den Lagen, welche die Rohre definitiv einnehmen.

Weitere Vorteile erwachsen dadurch, dass *jedes Dichtungsmaterial, jede Verpackung fortfällt,* dass Reparaturen an den Schweissstellen ausgeschlossen sind und dass sich die Dampfrohre, weil kein Flansch hervorragt, durchgehend glatt mit einer Wärmeschutzmasse bekleiden lassen.

Als wesentlichstes Moment ist aber hervorzuheben, dass die *Kosten der Rohrschweissung* sich für den Konsumenten *erheblich billiger* als eine *Flanschen- oder eine gute Muffenverbindung* einstellen, wobei aber noch zu berücksichtigen ist, dass diese Verbindungen zumeist nur 15 bis 30 at

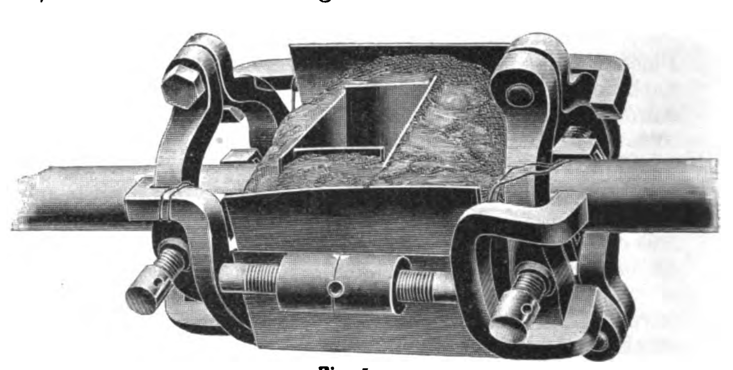


Fig. 5.
Rohre zum Eingiessen des Thermits fertig vorbereitet.

widerstehen. Es kostet die Verschweissung zweier Rohre von 50 mm innerem Durchmesser, wie oben angeführt, je nach ihrer von 2,5 bis 6 mm betragenden Wandstärke inkl. Arbeitslohn und Verschleiss an Tiegel und Form *M. 2,50 bis M. 4.* Bei diesen Preisen ist die mehr oder minder grosse Anzahl der herzustellenden Verschweissungen noch zu berücksichtigen, so dass diese Zahlen als *Mittelwerte* zu

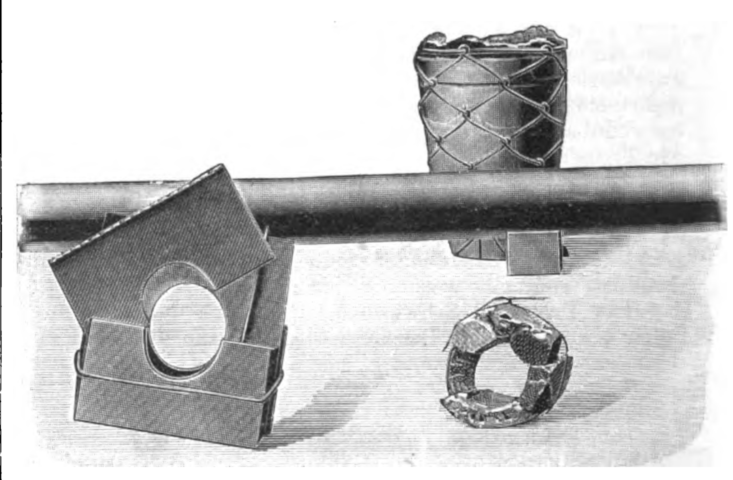


Fig. 6.
Verschweisste Rohre mit zugehörigem Tiegel, abgeschlagener Form und abgeschlagener Masse.

betrachten sind. Eine einigermassen *solide Flanschenverbindung* für diese Rohrstärke ist bekanntlich nicht unter *5 bis 7 M.* herzustellen. Verschraubungen, die auch nur 100 bis 200 at Druck aushalten sollen, von 400 at ganz zu schweigen, stellen sich natürlich noch erheblich höher.

Allen diesen Vorteilen gegenüber könnte wohl nur ein einziger Nachteil angeführt werden: Das schwierige Lösen der Verschweissung gegenüber dem leichten Auseinanderschrauben einer Flanschenverbindung!

Es ist von vornherein als selbstverständlich zu betrachten, dass man Rohrleitungen — besonders provisorischer Art — oder solche, die man in kurzer Zeit wieder zu verlegen oder zu verändern gedenkt, nicht verschweissen wird, die Anzahl derartiger Leitungen ist aber im Verhältnis zu denen, die in absehbarer Zeit einer Aenderung nicht unterworfen werden sollen, sehr gering!

Auf der anderen Seite wird man aber auch bei solchen Rohrleitungen, für welche eine Aenderung nicht gleich bei

Anlage in Aussicht genommen wird, *nicht ausnahmslos sämtliche Verbindungen verschweissen*, sondern ab und zu eine leichter lösbare Verbindung einsetzen, da man auf diese Weise jederzeit mit Leichtigkeit neue Leitungen abzweigen kann.

Wie jeder Praktiker sich aber sagen wird, kann man mit Zwischensetzen von Flanschen recht sparsam sein, da das Durchschneiden eines Rohres mit verhältnismässig wenig Arbeit verbunden ist und kaum mehr Mühe verursacht, als das Lösen einer alten verrosteten Muffenverbindung, die nur mit Hilfe von Meissel und Hammer vom Rohr getrennt werden kann! Schliesslich ist aber noch zu erwähnen, dass das *Zwischensetzen eines T-Stückes* nach dem neuen Verfahren an *Ort und Stelle* vorgenommen wird, ohne dass man gezwungen ist, das betreffende *Rohr zu demontieren!*

Dass man der Ausdehnung der aneinandergeschweissten Dampfrohre ebenso wie der mit Flanschen oder Muffen verbundenen gegebenenfalls Rechnung trägt, etwa durch

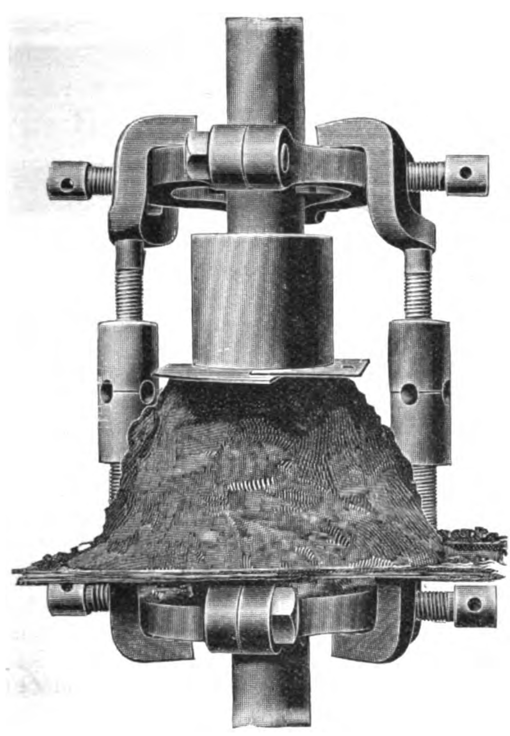


Fig. 7.
Eingussform für Rohrschweissungen bei senkrechter Lage der Rohre.

Einsetzen von Kompensationsstücken, „sogen. Omega-“ (Ω-) Röhren oder Röhren mit Stopfbüchsenführung, braucht wohl kaum besonders hervorgehoben zu werden.

Trotz der Neuheit dieses Verfahrens hat sich dasselbe bereits *mit Erfolg bei mehreren grossen Werken eingeführt* und es eröffnet sich ihm ein weites Feld.

So bietet dasselbe, um nur ein Beispiel herauszugreifen, den Installateuren für *Zentralheizungen* eine sehr willkommene Hilfe gegen die gerade in bewohnten Häusern doppelt unangehm auftretenden Undichtigkeiten einer Verbindung.

Die Schweissung hat sich auch zur Anfertigung von Rohrschlangen „aus einem Stück“ bewährt. Es können hier die Schweissungen infolge des kleinen Raumbedarfs, der für die ganze Schweissung nötig ist, stattfinden, nachdem die einzelnen Enden gebogen sind. Auch um Rohre von grossem Durchmesser aneinander zu schweissen, eignet sich das Verfahren selbst dann, wenn die Wandstärke nur einige Millimeter beträgt.

In gleicher Weise lassen sich Böden in Kessel und Gefässen stumpf einschweissen.

Um Rohre der gebräuchlichen Weiten und Stärken aneinander zu schweissen, ist eine Tabelle ausgearbeitet, aus welcher Grösse der Form, Menge des anzuwendenden Thermits u. s. w. genau zu ersehen ist. Diese Tabelle nebst genauer Beschreibung des Rohrschweissverfahrens findet sich in *Schilling's Journal für Gasbeleuchtung und Wasserversorgung* Nr. 16 vom 14. April 1900, *Installateur* Nr. 10 vom 9. März 1900, *Licht und Wasser* Nr. 13 vom 31. März 1900, *Kraft und Licht* Nr. 10 vom 10. März 1900, Zeitschrift *Lüftung und Heizung* Nr. 6 bis 8 1900 u. s. w.[1]).

Die *Festigkeit* der vorgenommenen Schweissungen ist eine *sehr gute*, wie zahlreiche Proben erwiesen haben. Sie hängt natürlich von dem zu verschweissenden Material ab. Bei gutschweissendem Siemens-Martin-Eisen hat die Schweissstelle dieselbe Festigkeit, wie das Material selbst (Fig. 10).

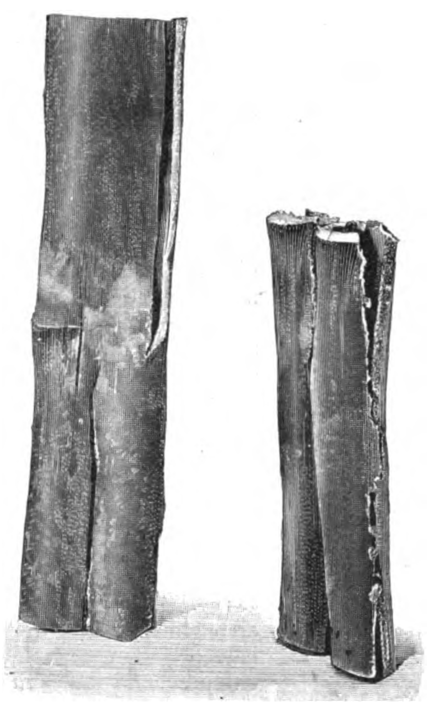


Fig. 8.
Rohre, die beim Flachschlagen in der Längsrichtung geplatzt sind, während die in der Mitte der Rohrenden befindliche Querschweissung intakt blieb.

Von Bedeutung ist ferner die *Anwendung des Verfahrens zum Hartlöten;* es kann sowohl mit Hartlot als mit Silber oder Silberlot, es kann Eisen und Kupfer, Bronze und Messing hart gelötet werden.

Im allgemeinen sind für diese Hartlötungen genau dieselben Vorschriften zu beobachten, die jedem Kupferschmied bekannt sind; es tritt nur an Stelle der umfangreichen Kohlen- oder Koksfeuer die Erwärmungsmasse, das „Thermit“. Soll eine Stumpflötung von Stäben, Röhren oder das Aufsetzen von Stutzen auf vorhandene Röhren vorgenommen werden, so kann in gleicher Weise verfahren werden, wie dies beim Schweissen beschrieben ist, indem man dafür Sorge zu tragen hat, *dass das Lot nicht abfliesst.* Da aber die Hartlötung schon bei Rotglut vor sich geht, so ist entsprechend weniger Erwärmungsmasse zu nehmen und demnach auch die Form enger zu wählen. Um zwei Kupferrohre von 50 mm äusserem Durchmesser

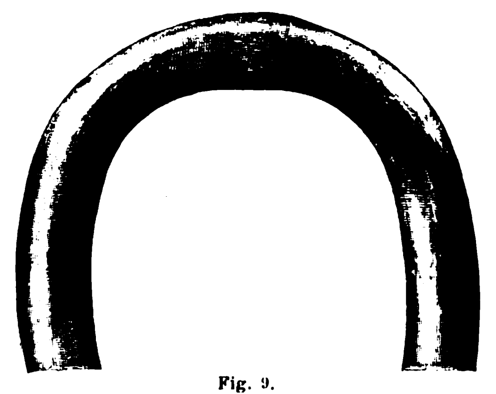


Fig. 9.
An der Schweissstelle in kaltem Zustande gebogenes Rohr.

und 4,5 mm Wandstärke stumpf gegeneinander mit Silberlot von 0,5 mm Stärke zu verlöten, genügt 1 kg „Thermit“.

Das besonders Charakteristische aller dieser Verwendungsarten ist immer wieder die *leichte Ausführbarkeit* derselben *ausserhalb der Werkstatt. Alle diese Operationen des Schweissens sowohl wie des Lötens können beim Verlegen der Rohre selbst vorgenommen werden.*

Eine ganz besondere Anwendung hat auch das Verfahren zum stellenweisen Enthärten von Panzerplatten ge-

[1]) Separatabzüge werden auf Verlangen den Interessenten von der *Chemisch. Thermo-Industrie G. m. b. H.*, Essen a. d. R., zugeschickt.

funden. Bekanntlich werden die Panzerplatten an ihrer Oberfläche auf die Tiefe von wenigen Centimetern durch ein eigenartiges Kohlungsverfahren gehärtet; will man nun diese so gehärteten Platten mit Bolzen verbinden, so ist man genötigt, die betreffende Stelle wieder zu enthärten, da kein Meissel, kein Bohrer fest genug ist, um in das harte Material einzudringen. Diese stellenweise Enthärtung hat bisher fast ausschliesslich dadurch stattgefunden, dass die betreffende Stelle mit einer kleinen Flamme, die von einem Knallgasgebläse gespeist wird, erhitzt wurde. Mit dieser Erhitzung geht aber die Enthärtung sehr langsam vorwärts, so dass immer wieder mit dem Bohren aufgehört und, um jedesmal einige Millimeter tiefer zu kommen, wieder erhitzt werden muss. Durch Aufgiessen von Thermit auf die betreffende Stelle der Platte wird die Enthärtung bis auf den Grund (d. h. bis auf das weiche Material hin) sofort durchgeführt, so dass die Bohrung hintereinander bewerkstelligt werden kann.

Fig. 10.
Zerreissstab aus verschweisstem Rohr. In der Mitte desselben angeäzte Fläche, auf welcher die Schweissstelle sichtbar. Festigkeit: 36,8 pro qmm, Dehnung: 11,5 %. Festigkeit des ungeschweissten Materials: 35,8 pro qmm, Dehnung: 15 %.

Die Ausführung geschieht derart, dass auf die weich zu machende Stelle eine Form — etwa mit zurechtgeschlagenen Ziegelsteinen oder besser aus Blech — gebaut wird, die mit Formsand in genügender Weise gedichtet wird. Aus dem Tiegel passender Grösse wird dann das Thermit in die Form eingegossen. Will man eine Stelle weich machen behufs Einziehung nur eines Bolzens, so braucht man ein Quadrat von 0,5 $\times$ 0,5 dcm bei etwa 1 dcm Höhe abzugrenzen und verwendet etwa 1 bis 2 kg Thermit. Man kann aber auch eine ganze Kante der Platte auf einmal enthärten, indem man die Form längs der Kante entsprechend aufbaut und in jene Thermit eingiesst. — Nach dem Eingiessen ist, um eine langsame Abkühlung der Stelle zu erzielen, etwa eine halbe Stunde zu warten, bevor man Form und Masse abnimmt. Das Thermit in die Form zu füllen und anzuzünden ist nicht angängig, weil dann das durch die Reaktion sich bildende Metall an die Platte zum Teil anschmelzen würde. Wird hingegen die feuerflüssige Masse aus dem Tiegel ausgegossen, so bildet sich, wie oben bei dem Schweissverfahren beschrieben, zwischen dem ausgeschiedenen Metall und der Panzerplatte eine ganz dünne schützende Schicht von Corund, wodurch das Abschlagen der aufgegossenen Masse ohne weiteres ermöglicht wird.

Es ist noch ein weiteres Gebiet zu erwähnen, auf dem das neue Verfahren bereits Anwendung gefunden hat. Bei demselben wird der *metallurgische Effekt* mit dem *thermischen gleichzeitig* ausgenutzt. Das aus einem Gemisch von Metalloxyd und Alumininum ausgeschiedene sehr heisse Metall wird, wie oben bereits angedeutet, auf fehlerhafte Blasen o. dgl. enthaltende Gussstellen aufgegossen, um so das betreffende Stück gebrauchsfähig zu machen; es wird also das im Tiegel nach dem oben beschriebenen Verfahren dargestellte Metall dazu benutzt, um Aufschweissungen vorzunehmen. Die hohe Temperatur dient dazu, sofort eine innige Vereinigung zwischen dem aufgegossenen Metall und dem auszubessernden Stück zu erzielen.

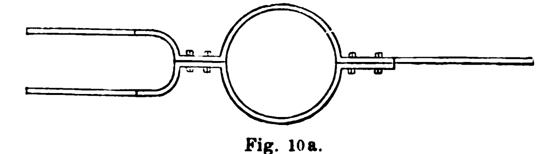


Fig. 10a.
Halter für grosse Tiegel.

Ganz besonders verdient die Arbeitsweise hervorgehoben zu werden, die es ermöglicht, aus einem Gemisch von Eisenoxyd und Aluminium *jedwedes Qualitätseisen oder jeden Stahl* herzustellen, die dem auszubessernden Werkstück gleichkommen. Man kann nämlich der Reaktionsmasse alle möglichen Zusätze zumischen, sei es nun Silicium, Mangan, Nickel, Chrom oder Wolfram. Auch Kohlenstoff lässt sich dem Eisen zuführen, während alle schädlichen Beimischungen, wie Schwefel, Phosphor, Kupfer, Arsen u. s. w., die weder reines Eisenoxyd noch das reine Handelsaluminium kaum besitzen, in genügender Weise vermieden werden.

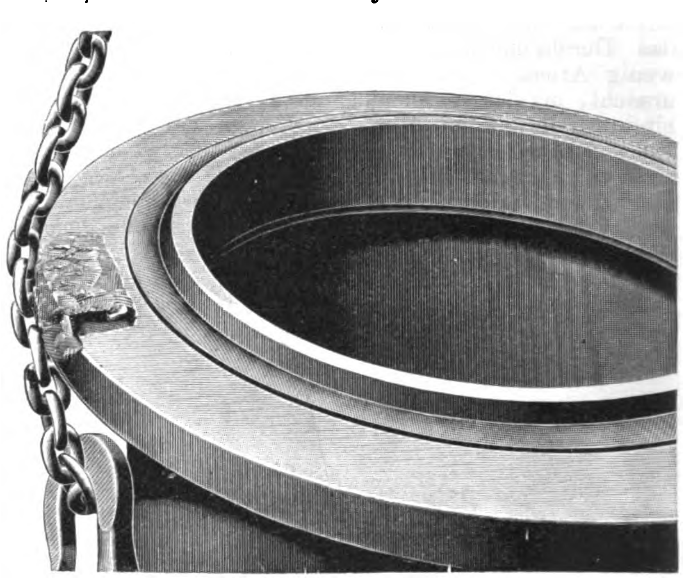


Fig. 11.
Ausbessern fehlerhafter Stahlgüsse. Ausgegossener Lunker, unbearbeitet.

Allerdings sind bei der Ausübung des Verfahrens gewisse Vorsichtsmassregeln einzuhalten und bedarf dasselbe auch etwas mehr Uebung als das so ausserordentlich einfache Stumpfschweissen.

Die Handhabung ist etwa folgende:

Die auszubessernde Stelle — beispielsweise ein Loch in einem Stahlfassonguss — wird vorerst gesäubert. Sodann wird um die Stelle aus dünnem Blech eine Form aufgesetzt, die nach aussen mit Formsand verdichtet wird, und die je nach der kleineren oder grösseren Vertiefung $^1/_2$ bis 2 cm hervorragt. Bei etwas komplizierten Stellen, wo sich eine gut anschliessende Blechform schwieriger herstellen lässt, ist es besser, eine entsprechende Form aus einem Gemisch von Chamotte und Thon anzufertigen. Die Mischung muss soviel Thon enthalten, dass sie plastisch ist. Diese Form wird mit einem heissen Eisen auf der auszubessernden Stelle etwas angetrocknet, sodann mit Draht umschnürt und vorsichtig abgenommen, um schliesslich am Schmiedefeuer gebrannt zu werden. Diese Form

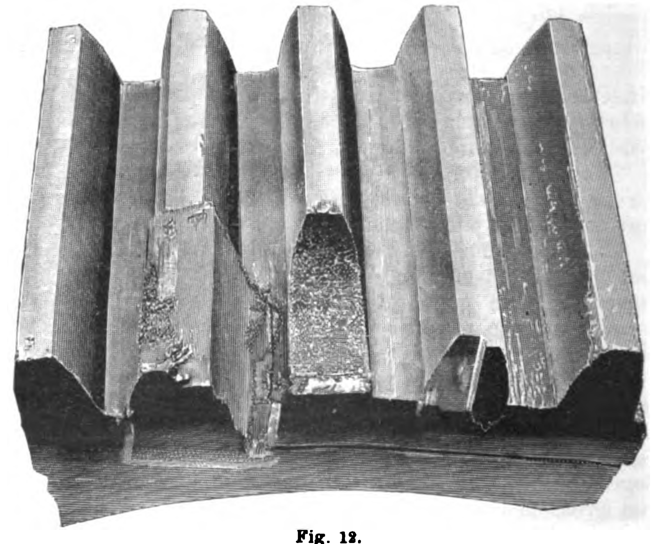


Fig. 12.
Zahnradabschnitt mit abgebrochenem Zahn, mit unbearbeiteter und bearbeiteter Aufschweissung.

sitzt dann sehr dicht auf der Umrandung der auszugiessenden Stelle und ist nur noch mit etwas Lehm o. dgl. zu verschmieren.

In einem Tiegel von passender Grösse ist eine Mischung von reinem Eisenoxyd und Aluminium — *„Thermit R“* wird hierzu verwandt — zur Reaktion gebracht. Der Tiegel steht, wie bei der Schienenschweissung, in einer Kippvorrichtung (Fig. 10a). Nachdem die Reaktion, wie bei den oben beschriebenen Schweissungen im Tiegel beendet und derselbe mit dem feuerflüssigen Gut angefüllt ist, wird der oben befindliche *flüssige Corund abgegossen*. Nach kurzer Uebung gelingt es leicht, den Augenblick zu erkennen, in welchem der Tiegel zurückgelegt werden muss, damit das flüssige Metall im Tiegel verbleibt. Dieses ausserordentlich heisse Metall dient dazu, die defekte Stelle auszugiessen, wobei darauf zu sehen ist, dass das Eingiessen schnell von statten geht.

Es ist sehr zu empfehlen, die Stücke etwa mit einem kleinen Koksfeuer vorher anzuwärmen. Man erzielt dadurch zuverlässiger einen dichten Guss. Es ist sogar empfehlenswert, das Anwärmen bis auf Dunkelrotglut vorzunehmen, doch ist eine so hohe Erhitzung *besonders für grosse Ausbesserungen* nicht nötig. Ein Hämmern des aufgegossenen Eisens in noch warmem Zustande kann nach Belieben erfolgen (Fig. 11 und 12).

Nach dem Erkalten der aufgegossenen Stelle ist eine entsprechende Nacharbeit nötig.

In Fig. 12 ist ein Stück eines grossen Zahnrades aus Stahlguss abgebildet, aus welchem — behufs Demonstrierung des Verfahrens — aus drei nebeneinander liegenden Zähnen drei etwa gleich grosse Stücke ausgeschlagen sind. Der in der Mitte befindliche Zahn zeigt die unausgebesserte Stelle, während links von diesem der durch Aufguss von hocherhitztem Eisen vervollständigte Zahn zu sehen ist. Rechts an der Fehlstelle ist der aufgegossene und fertig bearbeitete Zahn. Um zu zeigen, dass überhaupt eine Ausbesserung an der Stelle stattgefunden hat, ist beim Abfeilen ein Stück des über den Zahnkranz überstehenden Teiles stehen geblieben.

Es sei noch bemerkt, dass zur Ausbeutung der in dieser Abhandlung dargelegten Verfahren, die durch Patente in allen Kulturstaaten geschützt sind, sich im Anschlusse an die chemische Fabrik von *Th. Goldschmidt*, Essen a. d. Ruhr, am gleichen Orte eine Gesellschaft m. b. H., die *Chemische Thermo-Industrie*, gebildet hat.

Auf der Pariser Weltausstellung wird die *Chemische Thermo-Industrie* nicht nur ihre Produkte und Arbeitsmethoden in grösserem Massstabe ausstellen, sondern auch die Schweissverfahren experimentell vorführen.

Ueber die Grundlagen der mechanischen Wärmetheorie.

Von **Rudolf Mewes**.

Die Grundlage der mechanischen Wärmetheorie bilden ausser dem ersten Hauptsatz

$$d\,Q = c_v\,d\,T + A\,p\,d\,v = c_p\,d\,T \quad . \quad . \quad . \quad 1)$$

worin Q die zugeführte Wärmemenge, T die Temperatur, p die Spannung in Atmosphären, v das spezifische Volumen, $A = \frac{1}{424}$ das kalorische Aequivalent der Arbeitseinheit, c_p die spezifische Wärme bei konstantem Druck und c_v die spezifische Wärme bei konstantem Volumen ist, das Wärmespannungsgesetz, d. h. das vereinigte *Mariotte-Gay-Lussac*sche Gesetz oder die *Clapeyron*'sche Zustandsgleichung, ferner die *Poisson*'sche Formel und das von *Mallard* und *Lechatelier* aufgestellte Gesetz über die Veränderung der spezifischen Wärme mit steigender Temperatur. Die Formeln, durch welche diese Gesetze wiedergegeben werden, lauten in der herkömmlichen Fassung

$$p\,v = R\,T \text{ (\textit{Clapeyron}'sche Formel)} \quad . \quad . \quad 2)$$

$$p\,v^k = p_0\,v_0^k \text{ (\textit{Poisson}'sche Formel)} \quad . \quad . \quad 3)$$

und

$$c_p = a_p + b\,T,\; c_v = a_v + b\,T \quad . \quad . \quad . \quad 4)$$

(Formel von *Mallard* und *Lechatelier*).

Der erste Hauptsatz der mechanischen Wärmetheorie ist durch die experimentelle Forschung als richtig und unantastbar nachgewiesen worden, während für die drei letztgenannten Formeln dies nicht der Fall ist. Im Gegenteil ist gerade an der *Clapeyron*'schen Zustandsgleichung von so bedeutenden Kennern der mechanischen Wärmetheorie wie *Clausius, van der Waals* und *Dühring*, und zwar nicht mit Unrecht gerüttelt, und damit zugleich auch die Gültigkeit der *Poisson*'schen Gleichung in Frage gestellt worden. Da die jüngsten Thermodynamiker, wie Prof. *Schöttler, Stodola* u. a., in ihren Werken bei der Entwickelung der thermodynamischen Formeln im Gegensatz zu den früheren Maschineningenieuren die genaueren Formeln, beispielsweise für die spezifische Wärme, zu berücksichtigen angefangen haben, so dürfte es zeitgemäss sein, die oben angeführten Grundformeln

$$p\,v = R\,T \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad 2)$$

$$p\,v^k = p_0\,v_0^k \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad 3)$$

$$c_p = a_p + b\,T,\; c_v = a_v + b\,T \quad . \quad . \quad . \quad 4)$$

auf ihre Richtigkeit hin zu prüfen und, soweit sie sich als nicht stichhaltig erweisen, über Bord zu werfen und, wenn möglich, durch besser gesicherte Formeln zu ersetzen. Erst dann, wenn die Grundlagen sicher gelegt sind, lassen sich aus dem ersten Hauptsatz die für die theoretische Maschinenlehre so überaus wichtigen thermodynamischen Arbeitsgleichungen mit genügender Strenge ableiten und mit den Thatsachen übereinstimmende Zahlenwerte für den Wirkungsgrad bei verschiedenem Arbeitsverfahren ermitteln.

Die *Clapeyron*'sche Form der Zustandsgleichung der Gase wurde unabhängig von *van der Waals* und *Dühring* abgeändert und mit den Beobachtungen in Einklang zu bringen versucht. Der letztere beabsichtigte, durch seine Untersuchungen in der zweiten Folge der „Neuen Grundgesetze zur rationellen Physik und Chemie“ eine allgemeine, für den festen, flüssigen und gasförmigen Aggregatzustand gültige Zustandsgleichung abzuleiten, und ging mit Recht von dem Spannungsgesetze der Gase aus, da ja das Verhalten der Gase gegen Druck- und Temperaturänderungen sowohl in der Physik und Chemie, wie auch in der Maschinentechnik eine grundlegende Bedeutung besitzt. Nach ihm ist die Temperatur als Spannungsfaktor in technischem Sinne und demnach die Spannung als eine Grösse anzusehen, die man als durch Multiplikation einer Konstanten mit der Temperatur entstanden denken kann.

Da die Ausführungen *Dühring*'s ausserordentlich kurz und klar sind und darauf weiter gefusst werden soll, so lasse ich den Kern seines Gedankenganges nachstehend folgen: „Setzt man, um vorläufig die Formeln noch nicht in unserem neuen Sinne abzuändern, $p\,v_1 = R\,T$, also den gewöhnlichen Ausdruck des Druck- und Ausdehnungsgesetzes, so entspricht dem sachlichen, von uns ins Auge gefassten Begriff $p = \frac{R}{v_1} \cdot T$ als signifikante Gestalt der Gleichung. Hierbei ist v_1 ein bestimmtes und konstant bleibendes Volumen und daher $\frac{R}{v_1}$ jene Konstante, zu der die Temperatur als Faktor hinzutritt. Die Konstante R ist $p_1\,v_1$, wenn man mit p_1 die Spannung bei 1° absoluter Temperatur bezeichnet, und hiernach bleibt $p = p_1\,T$ als

reduzierteste Gestalt und als einfachster analytischer Ausdruck für unsere sachliche Vorstellungsart übrig. Die Erklärung der Temperatur für einen statischen Kraftfaktor ist mithin nur die Heraushebung dessen, was sachlich und begrifflich entscheidet, aus dem experimentellen Zusammenhang und aus den analytischen Verbindungen.

Es sei hierzu noch bemerkt, wie wir den Satz vom Zwischenvolumen im Hinblick auf die Proportionalität von p und T nicht anzuwenden nötig hatten, weil, wenn das Molekülvolumen x konstant bleibt, auch das Zwischenvolumen u, da es gleich $v - x$ ist, v aber ebenfalls als konstant vorausgesetzt wird, selber konstant bleiben muss, und daher Folgerungen aus einer Veränderung nicht in Frage kommen. Anders hätte es sich verhalten, wenn wir für das Bereich der Grenzzustände den Satz $v = v_1 T$ abgeleitet hätten. Dieser ist auch dort nur eine Annäherungsgleichung, die durch die exakte Gleichung des Zwischenvolumens $v - x = (v_1 - x) T$ oder kürzer $u = u_1 T$ ersetzt werden muss.

Soll das Zwischenvolumen, d. h. das Volumen nach Abzug des von den Molekülen eingenommenen Volumens, als $v - x$ oder kürzer u, auch für Flüssigkeiten und feste Körper als Spielraum der statischen Wärmekraft massgebend sein, so muss man sich eine bestimmte Vorstellung davon machen, was hier der Wärmespannung entgegengesetzt sei. Bei den Gasen im Grenzzustande ist es fast nur äusserer Druck; bei Flüssigkeiten und festen Körpern hat aber die Wärmespannung in ihrem Ausdehnungsbestreben ein Zusammenhalten der Moleküle mit sich selbst aufzuwiegen.... Das statische Verhältnis haben wir uns nun ähnlich wie bei den Gasen zu denken, nur dass wir den Zug oder, wenn man will, den inneren Druck π an Stelle des äusseren Druckes p massgebend machen. Statt des Produkts $p(v - x)$ oder pu erhalten wir daher für Flüssigkeiten und feste Körper πu oder, wenn wir den inneren Zug z noch von dem äusseren Druck p unterscheiden wollen und demgemäss in π noch die kleine Grösse p mit enthalten sein lassen, $(p + z) u$ als dasjenige Produkt, welches dem ursprünglichen $p v$ des *Mariotte*'schen Gesetzes bei Gasen analog ist. Wollten wir nun aber diesem Produkt die herkömmliche, dem *Gay-Lussac*'schen Gesetze entsprechende Temperaturfunktion $R T$ gleichsetzen, wie man es bisher in allen Zustandsgleichungen der Gase und der Grenzübergänge zur Flüssigkeit gethan hat, so würden wir nichts ausrichten. Es ist nämlich R in den fraglichen Gleichungen als Konstante eingeführt, während es in Wahrheit keine sein darf. Nach den bisherigen unrichtigen Voraussetzungen musste R nicht nur gleich $\pi_1 u_1$, d. h. gleich dem Werte von πu für 1° absoluter Temperatur, sondern dieser Wert auch eine konstante Grösse sein. Nun ist aber nicht bloss, wie man weiss, R von einem Stoff zum andern keine Konstante, sondern auch, wie die Physiker bisher nicht berücksichtigt haben, innerhalb der Zustände desselben Körpers keine solche. Wir führen daher an Stelle der angeblichen Konstanten R das Produkt einer Konstanten b mit der veränderlichen Molekülzahl n als Faktor von T ein. Alsdann lautet die statische Fundamentalgleichung

$$(p + z)(v - x) = b\,n\,.\,T = b\,n\,.\,(273 + t)$$
$$= \frac{b\,n}{273}\left(1 + \frac{1}{273}\,.\,t\right) \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad 5)$$

Aus der statischen Grundgleichung mit der Molekülzahl lässt sich eine sehr einfach gestaltete für das einzelne Molekül ableiten, in welcher natürlich die Molekülzahl als solche verschwindet. Bezeichnet man nämlich mit y das zu einem einzelnen Molekül zugehörige Zwischenvolumen, so wird das ganze Zwischenvolumen durch $n y$ ausgedrückt und man hat nach der Grundgleichung

$$\pi\,.\,n\,y = b\,n\,T = \frac{b\,n}{273}\,(1 + \alpha\,t) = b_1\,n\,(1 + \alpha\,t),$$

also nach der Division mit n

$$\pi\,y = b\,T = b_1 (1 + \alpha\,t) \quad . \quad . \quad . \quad . \quad 6)$$

In Worte gefasst, ergibt diese einfache Gleichung das Gesetz: Der Wärmedruck ist bei jedwedem Stoff dem zum einzelnen Molekül gehörigen Zwischenvolumen umgekehrt und der absoluten Temperatur direkt proportional."

Die Richtigkeit des von *Dühring* aufgestellten Spannungsgesetzes der Gase,

$$p\,(v - x) = p_1\,(v_1 - x) \text{ oder } p\,n = p_1\,n_1,$$

auf welchen die weiteren Schlussfolgerungen beruhen, ergibt sich aus den Versuchen von *Natterer* über die Kompression der Gase. Die Versuche von *Natterer* sind meines Wissens nur in den *Sitzungsberichten der Wiener Akademie* und in *Poggendorff's Annalen*, nicht aber in technischen Journalen veröffentlicht worden, obwohl dieselben, wie aus der vorliegenden Arbeit deutlich hervorgeht, für die mechanische Wärmetheorie und damit auch für den Maschineningenieur von Bedeutung sind.

Aus diesem Grunde lasse ich die *Natterer*'schen Beobachtungen für Wasserstoff hier folgen und füge die aus diesen berechneten Molekülvolumina $x = \frac{1}{v} - \frac{1}{p}$ bei. In der nachfolgenden Tabelle gibt die erste Reihe die im Kompressionsbehälter enthaltene Gewichtsmenge des Gases in Gramm an, die zweite Reihe die Anzahl der komprimierten Volumina v oder die Spannungen nach dem *Mariotte*schen Gesetze, die dritte Reihe die beobachteten Spannungen p, die vierte Reihe die Differenzen der aufeinander folgenden Spannungen, die fünfte Reihe die aus den reciproken Werten von v und p berechneten Molekülvolumina x.

Wasserstoffgas.

Gewicht in g	Volumina v	Atmosphären p beobachtet	Differenz	$x = \frac{1}{v} - \frac{1}{p}$ Molekülvolumen	Gewicht in g	Volumina v	Atmosphären p beobachtet	Differenz	$v = \frac{1}{v} - \frac{1}{p}$ Molekülvolumen
1290	1008	2790	—	0,000642	525	668	1134	30	0,000615
1244	998	2689	101	0,000628	512	658	1104	30	0,000611
1200	988	2594	95	0,000624	498	648	1074	30	0,000605
1158	978	2505	89	0,000620	484	638	1044	30	0,000613
1120	968	2423	82	0,000617	470	628	1015	29	0,000605
1085	958	2347	76	0,000614	456	618	986	29	0,00061
1053	948	2277	70	0,000602	443	608	958	28	0,00060
1024	938	2213	64	0,000618	430	598	930	28	0,00059
996	928	2154	59	0,000615	417	588	903	27	0,00059
970	918	2098	56	0,000614	392	568	850	26	0,00058
945	908	2044	54	0,000610	368	548	799	25	0,00057
922	898	1995	49	0,000610	357	538	775	24	0,00057
900	888	1948	47	0,000617	346	528	751	24	0,00056
880	878	1904	44	0,000614	336	518	728	23	0,00056
861	858	1821	41	0,000621	326	508	706	22	0,00055
824	848	1781	40	0,000618	316	498	685	21	0,00055
805	838	1741	40	0,000615	307	488	665	20	0,00055
786	828	1701	40	0,000622	298	478	646	19	0,00054
768	818	1662	39	0,000618	290	468	627	19	0,00055
750	808	1623	39	0,000623	282	458	608	19	0,00054
732	798	1584	39	0,000617	274	448	590	18	0,00054
715	788	1546	38	0,000625	266	438	573	17	0,00053
697	778	1508	38	0,000628	258	428	556	17	0,00054
679	768	1471	37	0,000615	250	418	539	17	0,00053
663	758	1434	37	0,000621	242	408	522	17	0,00053
646	748	1398	36	0,000626	234	398	505	17	0,00053
630	738	1362	36	0,000625	226	388	488	17	0,00053
613	728	1326	36	0,000618	218	378	471	17	0,00053
597	718	1292	34	0,000615	210	368	454	17	0,00052
582	708	1259	33	0,000616	203	358	438	16	0,00051
567	698	1226	33	0,000617	196	348	423	15	0,00051
552	688	1194	32	0,000610	189	338	408	15	0,00051
538	678	1164	30	0,000615					

Da *Natterer* bei seinen Versuchen auf sehr grosse Genauigkeit keinen Anspruch erhebt, so ist der Wert von x, der zwischen den Grenzen 0,000642 und 0,000510 schwankt, innerhalb der Grenze der Beobachtungsfehler als eine Konstante anzusehen. Für geringere Spannungen sind zur Prüfung des Zwischenvolumengesetzes die genaueren Versuche von *Regnault* und *Amagat* zu benutzen, da die *Natterer*'schen Messvorrichtungen nicht für diesen Zweck genau genug anzeigten. Aus den Beobachtungen *Regnault*'s folgt für Spannungen, welche wenig unter und über eine Atmosphäre betragen, für x der Zahlenwert 0,0005, der mit dem *Natterer*'schen Versuchsergebnis sehr gut übereinstimmt.



Die *Dühring*'schen Darlegungen sind demnach bis auf die von *Gay-Lussac* ohne Kritik übernommene Annahme, dass die Volumzunahme bei steigender Temperatur der Temperatur proportional sei, vollkommen richtig und sachlich zutreffend. *Gay-Lussac* hat diesen Satz aus Versuchen abgeleitet und gefunden, dass die Volumzunahme für alle Gase identisch sei. Demgemäss soll nach ihm die Gleichung

$$v = v_0 + v_0 \alpha t = v_0 (1 + \alpha t)$$

oder nach *Dühring* die Gleichung

$$(v - x) = (v_0 - x)(1 + \alpha t),$$

welche für Gase wegen der Kleinheit des Molekülvolumens mit der *Gay-Lussac*'schen Formel ziemlich zusammenfällt, ganz allgemeine Geltung haben. Dies ist aber bei den Gasen thatsächlich nicht der Fall, wie genaue Versuche von *Regnault, Magnus* und *Jolly* beweisen. Diese Physiker fanden, dass das *Gay-Lussac*'sche Gesetz nur annähernd richtig ist, in Wahrheit aber Spannungs- und Ausdehnungskoeffizient verschieden, für verschiedene Gase nicht identisch sind und dass jeder Koeffizient nicht ganz konstant, sondern von der Dichte des Gases und der Temperatur abhängig ist.

Ebenso trifft auch die Annahme, dass die Volumzunahme bei steigender Temperatur einfach der Temperaturzunahme proportional sei, weder für die *Gay-Lussac*'sche noch auch für die *Dühring*'sche Formel in Wirklichkeit zu. Recht augenfällig ergibt sich dies aus den Versuchen über die Ausdehnungskoeffizienten der Flüssigkeiten und festen Stoffe; denn dieselben lassen sich, wenn sie nicht auf das Zwischenvolumen, sondern auf das Gesamtvolumen bezogen werden, nicht einfach der Temperatur proportional setzen, sondern sich nur durch Formeln, welche auch höhere Potenzen der Temperatur berücksichtigen, nämlich durch die Formeln

$$v_t = v_0 (1 + a t + b t^2 + c t^3) \text{ oder}$$
$$v_t = v_\tau (1 + a (t - \tau) + b (t - \tau)^2 + c (t - \tau)^3),$$

bezüglich bei höherem Druck nach *Hirn*

$$v_t = v_0 (1 + a t + b t^2 + c t^3 + d t^4)$$

darstellen. Dagegen versuchte *Boscha*, wohl einer Anregung *Dalton*'s folgend, die Ausdehnung des Quecksilbers durch die Exponentialformel $v_t = v_0 e^{+at}$ darzustellen. Obwohl der eingeschlagene Weg vollständig richtig war, so konnte er, wie aus den nachfolgenden Auseinandersetzungen sich ohne weiteres ergibt, darum nicht zum gewünschten Ziel gelangen, weil er sein Gesetz auf das Gesamtvolumen bezog.

Eine theoretische Begründung oder eine einfache Erklärung dieser durch die Beobachtungen nachgewiesenen Abweichungen habe ich bis jetzt in keinem physikalischen Lehr- und Handbuche gefunden, obgleich dieselbe sich ohne weiteres aus einer strengen und folgerichtigen Auslegung der Annahme ergibt, dass der Ausdehnungskoeffizient, d. h. die Volumvergrösserung des Zwischenvolumens für 1° Temperaturerhöhung, unveränderlich ist, gleichgültig, ob man die Temperaturerhöhung von 0° an um 1° oder von einer beliebigen anderen Temperatur (etwa 100°) an um 1° rechnet. Stellt man sich unter dieser Annahme den Vorgang der Volumzunahme so vor, wie derselbe demgemäss sachlich vor sich geht, so wird das Zwischenvolumen $v_0 - x = u_0$ nach Erhöhung um 1° C., wenn α der Ausdehnungskoeffizient ist,

$$u_1 = u_0 + u_0 \alpha = u_0 (1 + \alpha);$$

erhöht man das letztere weiter um 1° C., so wird das Zwischenvolumen nach Erhöhung der Temperatur um 2°:

$$u_2 = u_0 (1 + \alpha) + u_0 (1 + \alpha) \alpha = u_0 (1 + \alpha)^2,$$

nach 3°:

$$u_3 = u_0 (1 + \alpha)^3,$$

nach Erhöhung um t° C. also:

$$u_t = u_0 (1 + \alpha)^t \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad 7)$$

Mit Rücksicht auf Formel 7) lautet die auf das Zwischenvolumen bezogene Zustandsgleichung der Stoffe

$$p (v - x) = p_0 (v_0 - x)(1 + \alpha)^T \quad . \quad . \quad . \quad 8)$$

worin $v_0 - x$ das Zwischenvolumen beim absoluten Nullpunkte unter dem Drucke p_0, $v - x$ das Zwischenvolumen bei der absoluten Temperatur T unter dem inneren und äusseren Druck p und α der auf das Zwischenvolumen bezogene konstante Ausdehnungskoeffizient ist. Nimmt man an, dass p konstant sein soll, so wird das Ausdehnungsgesetz die Form annehmen

$$v - x = (v_0 - x)(1 + \alpha)^T \quad . \quad . \quad . \quad . \quad 9)$$

Führt man in die Formal 8) noch die Molekülzahl ein, so erhält man ganz ähnlich wie bei *Dühring*

$$(p + z)(v - x) = b\, n\, (1 + \alpha)^T,$$
$$\pi\, n \,.\, y = b\, n\, (1 + \alpha)^T$$

oder

$$\pi\, y = b\, (1 + \alpha)^T \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad 10)$$

Aus Gleichung 9) erhält man als Grenzwert für $v_0 - x$, wenn man Unterkühlung annimmt, so dass eine Verflüssigung des Gases bei Abkühlung bis unter den Siedepunkt nicht eintritt, beim alsoluten Nullpunkt

$$v_0 - x = \frac{v - x}{(1 + \alpha)^T} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad 11)$$

Die Formel für die Abkühlung kann man auch in der Weise ableiten, dass man von dem bei 0° gegebenen Zwischenvolumen $(v - x)$ ausgeht und die Volumverkleinerung wie oben die Volumvergrösserung ermittelt. In diesem Falle wird das Zwischenvolumen nach der Temperaturabnahme um 1° gleich

$$(v - x) - (v - x)\alpha = (v - x)(1 - \alpha),$$

nach 2° Temperaturerniedrigung gleich

$$(v - x)(1 - \alpha)^2,$$

nach T° gleich

$$v_0 - x = (v - x)(1 - \alpha)^T \quad . \quad . \quad . \quad . \quad 12)$$

Setzt man $v - x = 1$, so wird

$$v_0 - x = (1 - \alpha)^T$$

Durch Gleichsetzen der Formeln 11) und 12) erhält man $(1 - \alpha)^T = \frac{1}{(1 + \alpha)^T}$ oder $(1 - \alpha^2)^T = 1$; dieselbe trifft mit sehr grosser Annäherung zu, da

$$\frac{1}{1 + \alpha} = 1 - \alpha + \alpha^2 - \alpha^3 + \alpha^4 - + \ldots$$

ist, und die höheren Potenzen von α gegen α vernachlässigt werden können.

Die von mir abgeleitete Definitionsgleichung

$$v - x = (v_0 - x)(1 + \alpha)^T \text{ oder } u_t = u_0 (1 + \alpha)^T$$

oder, wenn man $1 + \alpha = b$ setzt, $u_t = u_0 b^T$ führt jedoch, wie dies ja nicht anders zu erwarten ist, zu Widersprüchen, wenn man α nicht entsprechend der neuen Bedingungsgleichung aus den Beobachtungsthatsachen ableitet. Aus den Versuchen über die Ausdehnung der Luft und der Gase folgt, dass das Volumen bei einer Temperatursteigerung von 273° C. sich verdoppelt. Nehmen wir an, dass innerhalb dieser Temperaturgrenze die Volumzunahme der Luft noch genau gemessen ist, so erhält man für den neuen Ausdehnungskoeffizienten α aus der Bedingungsgleichung $(1 + \alpha)^{273} = 2$ den Wert $\alpha = 0{,}00256$.

Zur Prüfung der neuen Zustandsgleichung

$$p (v_t - x) = p_0 (v_0 - x)(1 + \alpha)^{T_t - T_0} \quad . \quad . \quad 13)$$

kann man aus dem Anfangszwischenvolumen $v_0 - x$, dem Anfangsdruck p_0, dem Ausdehnungskoeffizienten α und dem Enddruck p und der Temperatur $T_t - T_0$ das Volumen

$$v_t - x = p_0 \frac{(v_0 - x)(1 + \alpha)^{T_t - T_0}}{p}$$

und daraus dann v_t berechnen und die gefundenen Zahlenwerte mit dem durch Beobachtungen gefundenen Volumen vergleichen. In der nachstehenden Tabelle ist dies für Wasserdampf geschehen; die ersten vier Reihen sind aus *Rietschel's Leitfaden für Heizungs- und Lüftungsanlagen* (Teil II) entnommen. Es ist gesetzt $p_0 = 0{,}02$, $v_0 - x = 67{,}114$, $t_0 = 17{,}83$° C., $\alpha = 0{,}00256$, $\log (1 + \alpha) = 0{,}00111$.

Mit Hilfe dieser Zahlen ist die fünfte Zahlenreihe von mir berechnet worden; die sechste Reihe enthält die Unterschiede zwischen den beobachteten und berechneten Werten.

Tabelle für Wasserdampf.

Dampfspannung in Atmosph.	Dampfspannung in kg pro qm	Temperatur	Volumen 1 kg in cbm beobachtet	Volumen 1 kg in cbm berechnet	Differenz
0,02	206,7	17,83	67,115	67,115	0,0000
0,04	413,3	29,35	34,722	34,561	0,1610
0,06	620,0	36,56	23,641	23,467	0,174
0,08	826,6	41,92	17,985	17,845	0,140
0,10	1033,3	46,21	14,556	14,434	0,122
0,20	2066,6	60,45	7,541	7,485	0,056
0,30	3099,9	69,49	5,141	5,106	0,035
0,40	4133,2	76,25	3,917	3,897	0,020
0,50	5166,5	81,71	3,172	3,162	0,010
0,60	6199,8	86,32	2,672	2,666	0,006
0,70	7233,1	90,32	2,310	2,309	0,001
0,80	8266,4	93,88	2,037	2,039	0,002
0,90	9299,7	97,08	1,823	1,827	0,004
1,00	10334,0	100,00	1,654	1,657	0,003
1,50	15501,0	111,74	1,127	1,136	0,009
2,00	20668,0	120,60	0,8598	0,8737	0,0139
2,50	25835,0	127,80	0,6971	0,7123	0,0152
3,00	31002,0	133,91	0,5874	0,6014	0,0140
4,00	41336,0	144,00	0,4484	0,4629	0,0145
5,00	51670,0	152,22	0,3636	0,3783	0,0147
6,00	62004,0	159,22	0,3065	0,3211	0,0146
7,00	72338,0	165,34	0,2652	0,2796	0,0144
8,00	82672,0	170,81	0,2339	0,2482	0,0143
9,00	93006,0	175,77	0,2095	0,2235	0,0140
10,00	103340,0	180,31	0,1897	0,2036	0,0139

Tabelle für Quecksilber.

Spannung mm	Temperatur 0° C.	Volumen 1 g Quecksilber in ccm beobachtet	Volumen 1 g Quecksilber in ccm berechnet	Ausdehnungskoeffizient	Differenz
0,0200	0	0,0735532	0,0735532	0,00018179	0,0000000
0,0268	10	0,0736869	0,0736723	0,00018180	− 0,0000146
0,0372	20	0,0738207	0,0737944	0,00018181	− 0,0000263
0,0530	30	0,0739544	0,0739198	0,00018183	− 0,0000346
0,0767	40	0,0740882	0,0740484	0,00018186	− 0,0000419
0,1120	50	0,0742221	0,0741802	0,00018189	− 0,0000407
0,1643	60	0,0743561	0,0743154	0,00018193	− 0,0000357
0,2410	70	0,0744901	0,0744544	0,00018198	− 0,0000275
0,3528	80	0,0746243	0,0745968	0,00018203	− 0,0000057
0,5142	90	0,0747586	0,0747429	0,00018209	− 0,0000004
0,7455	100	0,0748931	0,0748927	0,00018216	+ 0,0000188
1,0734	110	0,0750276	0,0750464	0,00018224	+ 0,0000419
1,5341	120	0,0751624	0,0752043	0,00013232	+ 0,0000687
2,1752	130	0,0752974	0,0753661	0,00018241	+ 0,0000996
3,0592	140	0,0754325	0,0755321	0,00018250	+ 0,00001346
4,2664	150	0,0755679	0,0757025	0,00018261	+ 0,00001737
5,9002	160	0,0757035	0,0758772	0,00018272	+ 0,00002170
8,0912	170	0,0758394	0,0760564	0,00018284	+ 0,00002648
11,0000	180	0,0759755	0,0762403	0,00018296	+ 0,00003170
14,8400	190	0,0761120	0,0764290	0,00018309	+ 0,00003739
19,9000	200	0,0762486	0,0766225	0,00018310	+ 0,00003739

Die grösste Abweichung zwischen den berechneten und den beobachteten Werten beträgt für Wasserdampf 7 %, während der mittlere Fehler etwa nur 1 % ausmacht, also innerhalb der Beobachtungsfehler liegt. Die Tabelle für Quecksilber beweist, dass die von mir abgeleitete Zustandsgleichung auch für Flüssigkeiten von den niedrigsten bis zu den höchsten Temperaturen Gültigkeit besitzt. Der grösste Unterschied zwischen dem berechneten und dem beobachteten Werte beträgt in diesem Falle noch nicht 0,5 %, während der mittlere Fehler noch wesentlich kleiner ist. Die Beobachtungsdaten sind aus dem bekannten Tabellenwerk von *Landolt* und *Börnstein* entnommen.

Die vorstehenden Ausführungen besitzen, um diesen Punkt noch kurz zu berühren, für die Grundlegung der Thermometrie eine nicht zu unterschätzende Bedeutung. Als Normalthermometer dient das Luft- bezw. das Wasserstoffthermometer, d. h. im letzten Grunde das *Gay-Lussac*sche Gesetz der Ausdehnung oder Zusammenziehung der Gase durch Temperaturerhöhung oder durch Abkühlung. Gerade für den Fall der gesteigerten Abkühlung führt die *Gay-Lussac*'sche Formel für das Volumen bezw. das spezifische Gewicht der Gase bei ihren Siedepunkten zu Zahlen, welche durch die Beobachtung nicht bestätigt werden. Nimmt man den Siedepunkt des Wasserstoffes bei einer Atmosphäre gleich —235° C. an, so müsste nach dem alten Gesetze *Gay-Lussac*'s die Dichtigkeit des Wasserstoffdampfes etwa 10mal so gross als bei 0° sein, während nach dem oben aufgestellten Ausdehnungsgesetz

$$(v - x) = (v_0 - x)(1 + \alpha)^{T - T_0} = (v_0 - x) \,.\, 1{,}00256^{T - T_0}$$

folgt, dass dieselbe nur 1,84mal so gross ist. Luft würde beim Siedepunkt nach dem alten Gesetze die dreifache Dichtigkeit wie bei gewöhnlicher Temperatur besitzen müssen, während die thatsächliche Dichtigkeit entsprechend dem neuen Gesetze nur etwa das 1,7 bis 1,8fache ist, wie die von Dr. *Behn* in *Wiedemann's Annalen* kürzlich veröffentlichten Beobachtungen beweisen.

Die Aenderung der *Clapeyron*'schen Formel zieht natürlich die Verbesserung der *Poisson*'schen Formel ohne weiteres nach sich; auch hier muss die Spannung, statt auf das Gesamtvolumen, auf das Zwischenvolumen bezogen, also die Formel geschrieben werden

$$p\,(v - x)^k = p_0\,(v_0 - x)^k \quad . \quad . \quad . \quad . \quad 14)$$

Führt man die Formel 14) und die Formel

$$p\,(v - x) = p_0\,(v_0 - x)\,(1 + \alpha)^T \text{ oder } p\,(v - x) = R\,b^T$$

in den ersten Hauptsatz

$$d\,Q = c_v\,d\,T + A\,p\,d\,v = c_p\,d\,T$$

ein und berücksichtigt zugleich, dass nach *Mallard* und *Lechatelier*

$$c_p = a_p + b_1\,T,\; c_v = a_v + b_1\,T$$

ist, so ergeben sich für die wichtigsten Arbeitsprozesse verhältnismässig einfache Endformeln, welche in einer besonderen Arbeit eingehender behandelt werden sollen.

Strassenbahn-Pressluftbremse der „Standard Air Brake Company".

Zu den wichtigsten und deshalb auch am lebhaftesten erörterten Angelegenheiten des modernen Strassenbahnbetriebes mit Motorwagen gehört zur Zeit berechtigtermassen noch immer die Frage der Einführung wirklich guter, d. h. ebenso verlässlicher als kräftig wirkender Bremsen. Gewöhnliche Handbremsen allein können wohl nimmer als genügend erachtet werden und auch die elektrischen Bremsen scheinen bisher nicht alles das zu bieten und zu leisten, was gewünscht wird. Vielfach stellen die betreffenden staatlichen oder munizipalen Aufsichtsbehörden für die Bremsleistung bestimmte Bedingungen auf, und diese Bedingungen gipfeln im allgemeinen darin, dass die Bremse im stande sein soll, einen Motorwagen, gleichgültig, welchen Systemes immer, wenn derselbe mit einer Fahrgeschwindigkeit von 20 km in der Stunde auf einem Gefälle von 20 ‰ läuft, innerhalb einer Streckenlänge von 20 m anzuhalten. Für jene Fälle, in welchen von dem Motorwagen noch Schleppwagen gezogen werden, verlangt man aus naheliegenden und gerechtfertigten Gründen, dass auch die letzteren mit Bremsen der vorgeschriebenen Lei-

stungsfähigkeit ausgerüstet seien, sowie mit Vorrichtungen, welche — von jedem Wagen aus — die Thätigmachung sämtlicher Bremsen des Zuges gestatten.

Wie die *Revue industrielle*, 1900, S. 25 berichtet, ist die in der Ueberschrift benannte Pressluftbremse den vorangeführten Bedingungen noch weit überlegen, indem sie das Anhalten von mit 25 km in der Stunde fahrenden, gewöhnlichen elektrischen Tramwaywagen selbst auf einem Gefälle von 25 bis 30 ‰ innerhalb eines Abstandes von nur 15 bis 17 m zu bewirken vermag. Die Besonderheit der in Rede stehenden Luftdruckbremse beruht aber vorwiegend bloss in der Art des Antriebes des Kompressors. Bekanntlich können für diesen Zweck zweierlei Wege eingeschlagen werden, nämlich entweder die Anwendung eines eigenen Motors, oder die Ausnutzung der lebendigen Kraft des laufenden Wagens, indem letzterenfalls eine der Achsen des Wagens mit dem Kompressor durch eine Bewegungsübertragung in geeignete Verbindung gebracht ist. Bei der zuerst angeführten Antriebsform sind die Anlagekosten grösser, die Unterhaltungskosten jedoch geringer als bei der zweiten, weil der Kompressor nur nach Bedarf arbeitet; bei der letzteren stellen sich hingegen umgekehrt die Anschaffungskosten niedriger und dafür die Unterhaltungskosten höher, da der Kompressor, auch wenn es nicht notwendig ist, fortwährend bewegt wird, solange der Wagen nicht stillsteht. Die *Standard Air Brake* besitzt nun den Vorzug, die beiden Antriebsmethoden miteinander derart zu verbinden, dass einerseits ihre Vorteile gewahrt bleiben, andererseits ihre Nachteile wegfallen, indem der Kompressor wohl von einer Wagenachse aus angetrieben wird, jedoch ausschliesslich nur dann, wenn ein Bedürfnis dafür vorliegt. Es handelt sich also um eine selbstthätige Kuppelung zwischen Wagenradachse und Kompressor, dessen Anordnung durch die Fig. 1 bis 3 des näheren erläutert wird. Auf der Radachse c_0 (Fig. 1 und 2) des Trambahnwagens ist ein zweiteiliges Getriebe $a\,a$ (Fig. 1) leicht abnehmbar festgemacht, welches in das auf der Kurbelwelle $c\,d\,e\,f$ lose sitzende Zahnrad b eingreift. Letzteres wird jedoch nur fallweise an die Welle $c\,d$ mittels einer Einrückung $g\,h$ festgekuppelt, sobald der um n drehbare Hebel $n\,m$ entsprechend weit nach links gedrückt ist.

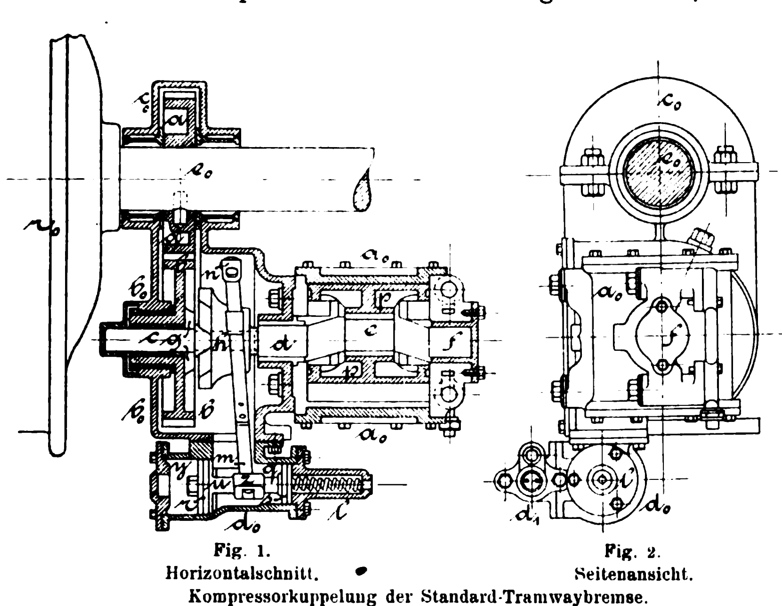


Fig. 1. Horizontalschnitt. Fig. 2. Seitenansicht.

Kompressorkuppelung der Standard-Tramwaybremse.

Das mit Hilfe einer besonderen in Fig. 3 in vergrössertem Massstabe und senkrechtem Querschnitte dargestellten Reguliervorrichtung d_0 erfolgende Rechts- oder Linksrücken des Hebels $n\,m$ ist also gleichbedeutend mit der Unterbrechung oder Herstellung der Bewegungsübertragung zwischen Wagenachse c_0 und Kompressor $a_0\,a_0$ (Fig. 1 und 2). Zur Unterbringung der Zahnradübersetzung und des Kompressors, dessen Kolben p mit doppelter Wirkung arbeitet, sowie für die Lagerung seiner Kurbelwelle $c\,d\,e\,f$ dient das Gusseisengehäuse $c_0\,b_0\,a_0\,d_0$, das ähnlich wie ein Elektromotorgehäuse, einerseits von der Wagenachse c_0 getragen wird, andererseits am Wagengestelle aufgehängt ist, wie es Fig. 4 ersehen lässt, wo dieselben Teile wieder mit denselben Buchstaben bezeichnet sind, wie in Fig. 1 und 2. Die dicht schliessenden Gehäuseteile a_0 und b_0 umgeben die Zahnradübersetzung $a\,b$ und enthalten 4 bis 5 l Oel, in welchem die beiden Räder laufen. An den Seiten des Kompressorcylinders $a_0\,a_0$ (Fig. 1) sind in leicht zugängigen Lagen die Ventile für das Ansaugen und Ausstossen der Luft angebracht. Der Regulator d_0 dient, wie bereits erwähnt, einzig zur Bethätigung der Einrückung $h\,g\,b$ (Fig. 1), und besteht aus zwei ungleich weiten Kolbencylindern y und q (Fig. 1 und 3), deren Kolben r und s an einer und

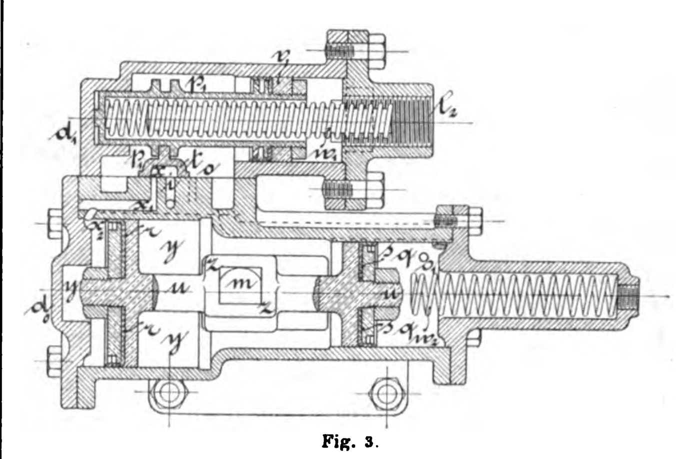


Fig. 3.

Kuppelungsregulator zur Standard-Tramwaybremse (Vertikalschnitt).

derselben Stange u befestigt sind, die eine Oese z besitzt, in welche das Endstück m des Hebels $n\,m$ hineinreicht. Durch die Lage der Kolbenstange u wird also, da sie bei ihren Längsbewegungen den Hebel $n\,m$ mitnimmt, die Lösung oder Herstellung der Kuppelung bedingt, sie selber ist aber von einem zweiten Zwischenapparate d_1 (Fig. 3) abhängig, der aus einem Cylinder p_1 besteht, in welchem sich ein Kolben v bewegt, den jedoch die kräftige Spiralfeder w stetig nach links zu drücken sucht. Ein an dem Kolben angebrachter, gleichsam die Kolbenstange bildender hohler Cylinder trägt den Schalenschieber t. Der linksseitige Teil des Cylinders p_1 steht durch eine Abzweigung des vom Kompressor zum Pressluftbehälter g_0 (Fig. 4) führenden Rohres in Verbindung, dann aber auch durch eine Bohrung $o\,o_1$ (Fig. 3) mit dem rechtsseitigen Teil des Cylinders q und durch eine ähnliche Bohrung $x\,x_1\,x_2$ mit dem linksseitigen Ende des Cylinders y. Der rechtsseitige Teil von p_1 ist durch ein besonderes Rohr mit der Bremse selbst, d. h. mit dem Bremscylinder, in Verbindung gesetzt. So lange der Kompressor arbeitet, haben die beiden Vorrichtungen $d_0\,d_1$ die in Fig. 3 dargestellte Lage; in diesem Falle ist die im Cylinder p_1 von links auf den Kolben v wirkende Pressluft nicht im stande, die von rechts wirkenden Kräfte zu überwinden und v nach rechts zu schieben. Bei der hierdurch bedingten Lage von t besteht von einer ins Freie führenden Lochung i eine Verbindung über $x\,x_1\,x_2$ zu den links vom Kolben r befindlichen Teil des Cylinders y, weshalb die Feder w_2 mit voller Kraft und unterstützt von der über $o\,o_1$ aus p_1 nach q gelangenden, von rechts auf den Kolben s einwirkenden schwachgespannten Pressluft die Kolbenstange u so weit nach links drückt, dass der Hebel $n\,m$ (Fig. 1) die Einrückung bethätigt. Je nachdem nun der Luftdruck zufolge der fortgesetzten Thätigkeit des Kompressors steigt, verschiebt sich der Kolben v, den Widerstand der Feder w_1 überwindend, nach rechts und zieht den Schieber t mit, welcher allmählich die Bohrungen x und o schliesst und somit die Verbindung des Cylinders y mit der Aussenluft und jene des Cylinders q mit dem Cylinder p_1 aufhebt. In dem Augenblicke endlich, wo die Spannung im Pressluftbehälter das erforderliche Maximum erreicht, ist der Kolben v so weit nach rechts verschoben, dass unter t die Bohrungen o und i in Verbindung ge-

langen, während gleichzeitig die Bohrung x ganz geöffnet wurde. Es entweicht somit aus q die schwach gespannte Pressluft ins Freie, während die hochgespannte über x, x_1 und x_2 nach y eindringt und den Kolben r samt der Stange u nach rechts drückt; hierdurch wurde die Kuppelung zur Wagenachse gelöst. Wenn dann später infolge der Benutzung der Bremse der Luftdruck so weit sinkt, dass der Kompressor seine Arbeit neuerlich aufnehmen soll, wird

Fig. 4.
Bremsanordnung der „Standard Air Brake Company" (Draufsicht).

dies durch die Rückstellung der Bremse selber bewerkstelligt, indem hierbei, wie wir später sehen werden, urplötzlich ein Luftstoss hinter den Kolben v tritt und diesen zwingt, seinen Rückweg nach links anzutreten, wobei der Schieber t zuerst die Verbindungen von o nach i und von p_1 nach x unterbricht, um schliesslich wieder die in Fig. 3 dargestellten Luftwege herzustellen, wodurch die Kolbenstange u gleichfalls nach links geworfen und die Antriebskuppelung wieder eingeschaltet wird.

Wie die geschilderte Vorrichtung beispielsweise an elektrischen, mit zwei Motoren m_1 und m_2 (Fig. 4) ausgestatteten Tramwaywagen zur Anwendung gelangt, lässt diese Abbildung in Draufsicht ersehen. Die von dem Kompressor a_0 abgegebene Luft wird durch das Rohr l_0 in den Behälter g_0 gepresst, welcher mittels des Rohres l_1 den direkt auf dem Boden des Bremscylinders h_0 angebrachten

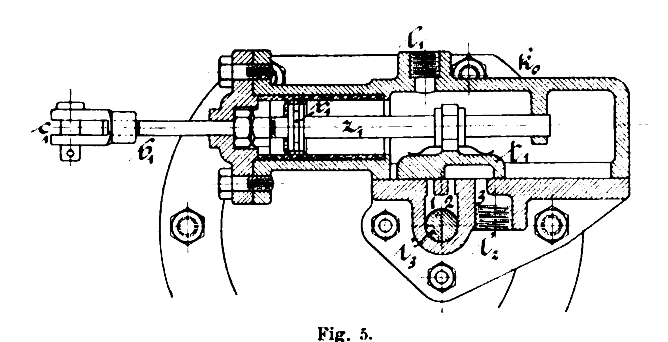


Fig. 5.
Pressluftverteiler der Standard-Tramwaybremse (Vertikalschnitt).

Verteiler k_0 mit Pressluft versorgt. Dieser Verteiler wird von der einen oder der anderen Plattform des Wagens aus mit Hilfe eines wagerechten Kurbelrades thätig gemacht, welches mit der Nutenscheibe n_1 bezw. n_2 durch eine senkrechte Spindel verbunden und natürlich in einer Höhe angebracht ist, dass es dem Wagenlenker vollständig zur Hand liegt. Sowohl n_1 als n_2 wirken durch die Kette s_1 bezw. s_2 auf den dreiarmigen Hebel $r_0 r_1 s_0$, dessen mittlerer Arm s_0 durch ein Gelenk mit der Ventilstange des Verteilers k_0 in Verbindung steht. Letzterer, der in Fig. 5 besonders herausgezeichnet ist, besteht aus zwei aneinanderstossenden Cylindern von ungleicher Weite, in welchen sich die Kolbenstange $b_1 z_1$ bewegt. Auf der Stange z_1 sitzt im grösseren Cylinder ein Gehäuseschieber t_1 fest, während sie im engeren Cylinder mit den aus gestauchtem Leder hergestellten Kolben v_1 versehen und des weiteren mit der Zugstange b_1 und dem Gelenk c_1 verbunden ist, wo der früher erwähnte Hebelarm s_0 (Fig. 4) angreift. Im grösseren Cylinder des Verteilers (Fig. 5) mündet die vom Pressluftbehälter kommende Rohrleitung l_1; ferner befinden sich daselbst die drei vom Schieber t_1 beeinflussten Bohrungen *1*, *2* und *3*, wovon die zwei ersteren gemeinsam mit der zum Bremscylinder h_0 (Fig. 4) führenden Rohrleitung l_3 (Fig. 5) in Verbindung stehen, während *3* das Ende eines Luftleitungsrohres l_2 (Fig. 4 und 5) bildet, das zum Kuppelungsregulator d_0 (Fig. 3), und zwar an das rechtsseitige Ende des Cylinders p_1 geführt ist und zugleich zum Saugventil des Kompressors abzweigt. Wenn sich nun infolge einer durch den Wagenführer vorgenommenen Benutzung der Bremse die Verteilerstange z (Fig. 5) nach rechts verschiebt, öffnet der Schieber t_1 das erste, linksseitige Loch *1*, während *2* und *3* verschlossen werden. Die aus l_1 kommende Pressluft kann sonach durch *1* und l_3 in den Bremscylinder h_0 (Fig. 4) eindringen, wo sie den Kolben zurücktreibt und auf diese Weise mit Hilfe der nach bekannter Art angeordneten Hebelsysteme $t_0 u_0 v_0$ und $x_0 y_0 z_0$ die vier Bremsbacken $f_1 f_1$ und $f_2 f_2$ gegen die Räder andrückt. Diese Bremsung erfolgt natürlich um so rascher, je schneller die verdichtete Luft in den Bremscylinder h_0 eintritt. Um in dieser Richtung den ungleichen Bedürfnissen genügen zu können, sind eben die beiden Einströmungsöffnungen *1* und *2* (Fig. 5) vorgesehen. Wird nämlich die Bremskurbel des Wagenleiters nur um 90° gedreht, so öffnet der Schieber t_1 bloss die Mündung *1*, wobei sich die Bremsung verhältnismässig langsam vollzieht, dreht aber der Wagenlenker die Bremskurbel um volle 180°, dann werden fast gleichzeitig beide Oeffnungen *1* und *2* freigelegt und die Bremsung erfolgt in diesem Falle sozusagen plötzlich. Selbstverständlich wendet man die erstere Art des Bremsens regelrecht beim gewöhnlichen Halten des Zuges an, während die zweite nur in Fällen dringender Not benutzt wird. Nach jeder stattgehabten Bremsung schiebt sich beim Zurückstellen der Bremskurbel in ihre Ruhelage der Schieber t_1 (Fig. 5) wieder nach links, wodurch die Oeffnungen *2* und *1* verschlossen werden und sodann *2* mit *3* in Verbindung gelangt, wie es die Abbildung zeigt. Infolge der Herstellung des Luftweges *2 3* findet die im Bremscylinder zurückgebliebene Pressluft einen Abfluss in das Rohr l_2, durch welches sie zum Kompressor gelangt und das Saugventil desselben öffnet, während sie gleichzeitig in den Regulatorcylinder p_1 (Fig. 3) eintritt und dort gemeinsam mit der Feder w_1 den Kolben v nach links treibt, wodurch, wie bereits weiter oben erläutert worden ist, die Einschaltung des Kompressorantriebes erfolgt. An jeder Plattform des Wagens bezw. bei jeder Bremskurbel befindet sich unmittelbar vor den Augen des Wagenlenkers ein Manometer, welches über die im Pressluftbehälter vorhandene Spannung stetig Auskunft erteilt; eine am Handgriff der Bremskurbel angebrachte Federklinke und entsprechend angebrachte Fallen ermöglichen das Feststellen der Kurbel in jeder ihrer drei möglichen Lagen.

Unter den praktischen Vorteilen, welche man der in Rede stehenden Pressluftbremse zuspricht, zählt auch die kompendiöse, enggeschossene Aneinanderordnung ihrer Teile und der äusserst geringe Aufwand von Leitungsrohren, wodurch die ganze Bremsanlage an sich billiger und verlässlicher wird. Die Länge der erforderlichen Luftleitungsrohre beträgt selbst bei einem Wagen mit zwei zweiachsigen Radgestellen für gewöhnlich nur 2,15 m.

Wie die Erfahrung längst festgestellt hat, ist die Inanspruchnahme und der Verschleiss des Kompressors die denkbar geringste, auch auf Linien, wo sich die Haltepunkte dicht aneinander reihen, und deshalb erweisen sich die Unterhaltungskosten gleichfalls als niedrig. Schliesslich braucht wohl kaum besonders darauf aufmerksam gemacht zu werden, dass sich der mechanische Teil der Bremse ohne Schwierigkeiten auch für den gleichzeitigen Handbetrieb anordnen lässt, wenn man es für zweckmässig erachtet, diese zweite Bedienungsweise zur Sicherung für den Fall vorzusehen, als momentan eine Störung im Pressluftbetriebe eintreten würde.

Die eingestürzte Brücke nach dem „Globe Céleste".

Bekanntlich hat sich in Paris am Sonntag, den 29. April in unmittelbarer Nähe der Ausstellung durch den Einsturz einer Brücke ein sehr ernster Unfall ereignet, welcher den Tod von neun Personen und die schwere Verletzung von zehn Personen herbeiführte. Die betreffende Brücke, besser gesagt ein Steg (Fig. 1 und 2), überspannte die *Avenue de Suffren*, welche den Ausstellungsplatz des Marsfeldes an der Westseite vom *Quai d'Orsay* an bis zur *Avenue de la* welche *Le Génie civil*, S. 11, kürzlich darüber veröffentlichte, und die wir nachstehend wiedergeben.

Nach den Plänen des Architekten *Galeron* und des technischen Beirates der Globusunternehmung, Ingenieur *N. Tédesco*, erbaut, war der in Rede stehende, samt der Rampe und den Stiegen 115 m lange, 4 m breite Steg parallel zur Seine, also, wie es Fig. 2 ersehen lässt, in einem sanften Bogen angelegt. Jener Teil, der die *Avenue*

Fig. 1.

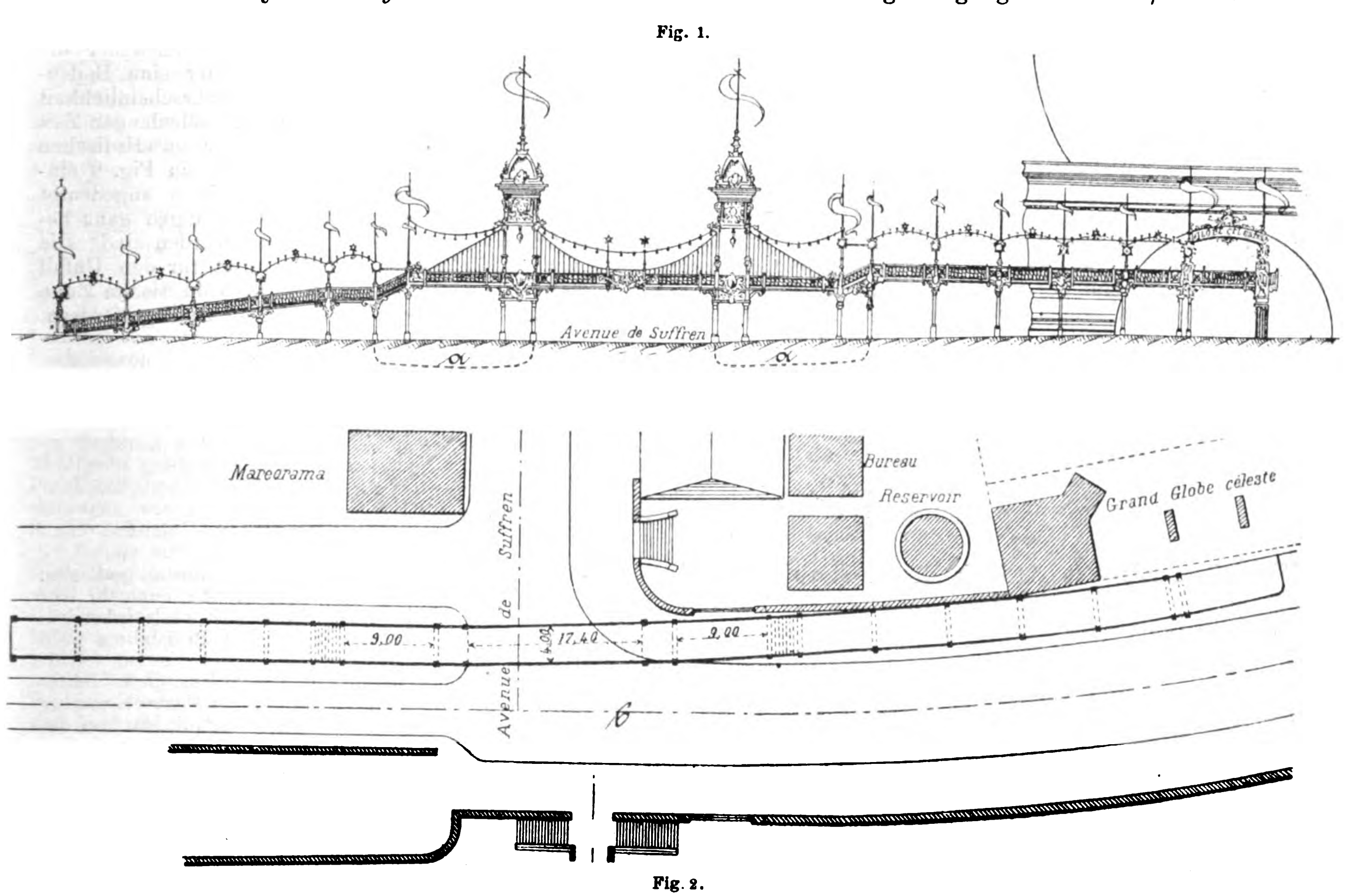


Fig. 2.

a Kabelverankerung. *b* Mittellinie des Ableitungskanals am Quai d'Orsay.

Motte Picquet in gerader Linie abgrenzt. Zweck dieses Steges war, das Ausstellungsgebiet mit dem von einer Privatunternehmung knapp vor dem Bahnhofe *Du Champ de Mars* errichteten, dem *Quai d'Orsay* zugewendeten Gebäude zu verbinden, in welchem ein als hervorragendes Schaustück dienen sollender, riesengrosser Himmelsglobus eingebaut ist.

Mit Rücksicht darauf, dass der eingestürzte Steg aus armiertem Cementguss hergestellt war, eine Ausführungsweise, die sich in neuerer Zeit so sehr verallgemeinert und namentlich auch bei den grossen Ausstellungsgebäuden eine aussergewöhnlich reiche Anwendung (vgl. S. 215) gefunden hat, wäre es uns erwünscht gewesen, recht ausführliche Mitteilungen über diese Anlage geben zu können; leider stehen uns vorläufig nur die wenigen Daten zur Verfügung, *de Suffren* übersetzte, hatte drei Felder, von denen die zwei seitlichen je 9 m und das mittlere 17,4 m Spannweite besassen. Hier waren die Wangenträger, die Fahrbahn und auch die Jochpfeiler lediglich aus armiertem Cementguss ausgeführt. Was die beiden Abbildungen Fig. 1 und 2 anbelangt, so entsprechen dieselben nicht ganz genau dem thatsächlichen Bestande, sondern dem ursprünglich angenommenen Entwurfe, der später mit einigen, allerdings nur geringfügigen Abänderungen zur Ausführung gelangt war. Dem *Mafrai*'schen System gemäss, das vorliegendenfalls bei der Herstellung des Cementbaues zur Benutzung gelangte, bestand das eigentliche Traggerüste an den drei obengenannten Mittelfeldern, ähnlich wie an den übrigen Teilen des Steges in den Pfeilern, Längs- und Querträgern aus Eisenblechfachwerk, verstärkt und gesichert durch

mehrfache über- oder nebeneinander angebrachte Hänge- oder Sprengwerke, Schliessen oder Streben aus verschieden starken Rund- oder Quadrateisen, die auch eine rostförmige Seele für die Bruckstreu bildeten und untereinander wieder mittels verschiedener kurzer Bügel, Reitklammern, Ketten und Bindedrähten zu einem zahllos gemaschten Tragnetz verwoben waren, das schliesslich durch den Cementguss zu einem einzigen, äusserlich vollkommen homogenen Körper verbunden wurde. Man hatte sich natürlich bemüht, den lediglich für die Besucher des Himmelsglobus bestimmten Steg, um sowohl an den Herstellungskosten als an Platz zu sparen, möglichst leicht auszuführen. Eben deshalb erschien es aber auch geboten, die drei Mittelfelder in Anbetracht ihrer verhältnismässig beträchtlichen Spannweiten noch besonders zu verstärken, und entschloss man sich aus konstruktiven wie aus dekorativen Gründen, diese Hauptverstärkung durch Stahldrahthängekabel zu bewerkstelligen, von welchen die Längsträger des Steges mittels senkrechter, aus Stangeneisen hergestellter Hängeanker mitgetragen wurden. Es handelte sich also, kurz gesagt, um eine Kombination einer Art Seilbrücke mit der *Mafrai*schen Panzercementgussmethode. Die beiden Enden jedes der zwei für eine Belastung von 43 kg pro Quadratmillimeter berechneten Stahldrahtseile waren über den betreffenden äusseren Pfeiler bei *a a* (Fig. 1) zu dem inneren Pfeiler zurückgeführt und hier durch Splintung, sowie unter der Erde durch Cementumgiessungen verankert.

Der Zusammensturz fand statt, kurz nachdem man mit der Abrüstung des Steges begonnen hatte, begann bei der zunächst dem Gebäude des „*Globe Céleste*“ vorhandenen Treppe und setzte sich verhältnismässig langsam bis zur zweiten Treppe fort, wobei die drei eingestürzten Felder eine förmliche Drehbewegung aufwiesen, vermöge welcher sie ziemlich weit aus ihrer Achsenrichtung herausgeworfen wurden. Letzteres lässt sich wohl durch den bogenförmigen Verlauf der Stegachse erklären, die in der Mitte zwischen den beiden Stiegeneinsätzen eine Pfeilhöhe von etwa 1 m besitzen mag. Zur Zeit des Einsturzes war der Steg noch nicht der Benutzung übergeben, sondern die für denselben vorgeschriebene Belastungsprobe sollte erst am zweitnächsten Tage vorgenommen werden. Demnach könne, nach den Anschauungen der weiter oben genannten Quelle, die Ausstellungsverwaltung in keiner Weise für die Katastrophe verantwortlich gemacht werden, da sie lediglich gehalten ist, den Besuchern nur solche Konstruktionen zur Verwendung anheimzustellen, die vorher strenge erprobt, den zu stellenden Anforderungen gemäss ausgeführt befunden und formal übernommen worden sind. Hinsichtlich des zerstörten Objektes war dieser Vorbedingung noch nicht entsprochen und zur Ueberwachung während der Bauausführung lag für die Ausstellungsverwaltung weder ein Recht, noch weniger aber eine Verpflichtung vor, da der Steg keinen Teil der Ausstellung bildete, sondern, wie schon eingangs hervorgehoben wurde, einer Privatunternehmung gehörte. Vielmehr galten für denselben, da er ausserhalb des Ausstellungsgebietes lag und einen öffentlichen Verkehrsweg überkreuzte, lediglich die allgemeinen einschlägigen gesetzlichen Bestimmungen und die Vorschriften des Strassenbauamtes der *Stadt Paris*.

Welches die eigentliche Ursache des Zusammenbruches gewesen ist, darüber weiss man augenblicklich noch immer nichts Bestimmtes, doch sind in erster Linie zweierlei Möglichkeiten ins Auge zu fassen, nämlich entweder die vorzeitige Beseitigung der Einrüstung oder eine Bodensenkung. Letztere hat nämlich manche Wahrscheinlichkeit für sich, weil in nächster Nähe vor nicht allzulanger Zeit dem *Quai d'Orsay* entlang anlässlich der unterirdischen Eisenbahnanlage, deren Verlauf durch die in Fig. 2 eingezeichnete strichpunktierte Richtungslinie *b* angedeutet ist, und infolge verschiedener Kanalverlegungen ganz bedeutende Erdbewegungen vorgenommen worden sind. Die thatsächliche Veranlassung und den etwa für den Unfall zur Verantwortung zu Ziehenden wird wohl die im Zuge befindliche strafgerichtliche Untersuchung zu Tage fördern.

Kleinere Mitteilungen.

Wasserkraftanlage in Marbach für die Stuttgarter Elektrizitätswerke.

Wie wir bereits 1898 **310** 138 mitteilten, hat die Stadt Stuttgart schon zu Anfang der 90er Jahre an zwei besonders geeigneten Stellen — in Marbach in 20 km Entfernung und Poppenweiler in 16 km Entfernung — die Wasserkräfte erworben und sich konzessionieren lassen. Mit der Heranziehung dieser Wasserkräfte wurde bis jetzt insofern gezögert, bis sich das Unternehmen in Stuttgart einmal gefestigt und soweit entwickelt hatte, dass nicht nur ein grösserer Lichtverbrauch, sondern auch den Tag über ein entsprechender Stromverbrauch für Motoren (zum Betriebe der Strassenbahn und zu sonstigen Gewerbebetrieben) sich eingestellt hat, da die Wasserwerke erst dann vollkommen ausgenutzt werden, wenn sie Tag und Nacht ununterbrochen arbeiten können.

Dass diese Voraussetzung nunmehr in vollem Masse zutrifft, geht schon daraus hervor, dass seit der 1895 erfolgten Inbetriebsetzung des Elektrizitätswerkes in Stuttgart der Stromverbrauch ganz wesentlich zugenommen hat. Er stieg für die Strassenbahn von anfänglich 100 PS auf 600 PS, für weitere Abgabe an Licht und Kraft von anfänglich 300 PS auf 2000 PS. Ausserdem ist eine grosse Zahl von Anmeldungen neuer Verbraucher vorgemerkt, so dass die derzeit mit 2000 PS in Dampfmaschinen und rund 1000 PS in Akkumulatoren ausgerüstete Zentrale den Bedarf nicht mehr zu bewältigen vermag.

Zur besseren Uebersicht lassen wir hier über die Steigerung des Stromkonsums seit der Inbetriebsetzung des Werkes einige Daten folgen.

Nach denselben betrug die Stromabgabe, ohne Berücksichtigung der Strassenbahn, an Private für Licht- und Kraftzwecke

im Jahre	1896	an Aequivalentlampen	à 16	Kerzen	32 378
„	1897	„	„ 16	„	50 642
„	1898	„	„ 16	„	70 293
„	1899	„	„ 16	„	87 726

sie ist also in 4 Jahren nahezu auf das Dreifache gestiegen. Der Stromverbrauch, der für die Strassenbahn nunmehr auf 600 PS in die Höhe gegangen ist, wird sich nach Inbetriebsetzung der vorgesehenen neuen Linien innerhalb 5 Jahren wohl noch verdoppeln.

Die nunmehr fertig gestellte und seit Anfang dieses Jahres dem Betrieb übergebene Wasserwerksanlage in Marbach vermag mit ihren vier grossen Turbinen neuester Konstruktion (von der Firma *Voith* in Heidenheim geliefert) bis zu 1100 PS zu liefern und zwar, sofern die Wasserstandsverhältnisse es erlauben, ununterbrochen Tag und Nacht. Von dieser Triebkraft gehen etwa 25 bis 30 % bei der Umsetzung in elektrische Energie und durch die Uebertragung derselben unterwegs verloren, bis der Strom in Stuttgart zur Verwendung kommt.

Durch die Marbacher Anlage können an den Betriebskosten der Dampfzentralstation in Stuttgart für Kohlen und Kesselbedienung nach den angestellten Berechnungen etwa 60 000 bis 80 000 M. jährlich erspart werden, überdies wird mit der Entlastung der Zentrale auch die Rauchbelästigung für die Umgebung eine geringere; endlich bringt die Ingangsetzung der Marbacher Anlage den Vorteil, dass man nicht mehr, wie seither, nur auf *eine* Erzeugungsstelle für den elektrischen Strom angewiesen ist, sondern davon *mehrere* zur Verfügung hat, so dass, wenn infolge besonderer Umstände die eine versagen würde, man von der anderen den Strom zuführen kann.

Gleichzeitig mit dem Ausbau der Marbacher Wasserkraftanlage ist nämlich auch die Unterstation im Stöckach (unterer Stuttgarter Stadtteil) erstellt und dieselbe durch ein im Nesenbachgewölbe verlegtes Kabel in direkte Verbindung mit der Zentrale (im mittleren Stadtteil) gebracht worden. Sodann ist die Einrichtung getroffen, dass der Strom von Marbach entweder nach der Unterstation im Stöckach oder nach der Zentrale geführt werden kann; bei etwaigem Stillstande des Werkes in Marbach kann die Versorgung der Unterstation rückwärts von



der Dampfzentrale aus erfolgen, so dass für alle Fälle Vorsorge getroffen ist.

Die neue Triebwerksanlage in Marbach ist nicht an derselben Stelle erbaut worden, an welcher ehemalige Mühlen (Mahlmühle, Oel- und Sägmühle) standen, sondern auf der gegenüberliegenden Insel, weil dort mehr Platz für das Werk zur Verfügung war. Von den alten Werken blieb nur die im Jahre 1831 erbaute staatliche Schiffschleuse erhalten, welche bis zur Einstellung des Flössereibetriebes auf dem oberen Neckar noch als Flossgasse mitbenutzt wurde. Obwohl der Schiffahrtsbetrieb auf dem Neckar fast ganz aufgehört hat, musste die Schleuse belassen bleiben, ja es musste sogar die Möglichkeit der späteren Anlegung einer neuen grösseren Schleuse für den Fall in Betracht gezogen werden, dass etwa die Schiffahrt in Zukunft wieder in lebhafter und vervollkommneter Weise in Gang kommen sollte.

Besondere Schwierigkeit für die Anlage des Werkes bot der Umstand, dass die Hochwasser die ganze Insel mehrere Meter hoch überfluten; es musste deshalb, um die elektrischen Maschinen gegen Eindringen von Wasser zu schützen, der Boden des Maschinensaals über das höchste Hochwasser heraufgelegt werden und die stete Zugänglichkeit zum Gebäude durch einen hochgelegenen Steg gewahrt werden. Letzterer gab im Zusammenhange mit der Notwendigkeit, die hochgespannten Leitungsdrähte in absolut ungefährlicher Weise für den Verkehr aus dem Hause ins Freie zu führen, Veranlassung zur Erstellung eines schmucken Treppenturmes, in dessen hohler Spindel die Leitungsdrähte Aufnahme gefunden haben.

Das Triebwerk besteht aus vier nebeneinander liegenden, je 4,4 m weiten Turbineneinläufen (vgl. *D. p. J.* 1898 **310** 139).

Das Gefälle des neuen Werkes beträgt bei Niederwasser 3,2 m, bei Mittelwasser 2,7 m. Die Francis-Turbinen, welche eine Wassermenge bis zu 11 cbm durchlassen, sind, wie schon 1898 **310** 139 erwähnt, über den Unterwasserspiegel heraufgesetzt; infolgedessen müssen dieselben mit Sauggefälle von 1 m arbeiten.

Mit jeder der vorgenannten Turbinen ist je eine Drehstromdynamomaschine mit 200 K.-W. Leistung von der *Elektrizitäts-Aktiengesellschaft vorm. Schuckert und Co.* in Nürnberg unmittelbar gekuppelt. Diese Maschinen sind für eine Spannung von 11000 Volt gebaut, die Polwechselzahl beträgt 100. Für die Erregung sind zwei *Schuckert*'sche Drehstrom-Gleichstromumformer von 12 K.-W. aufgestellt, welche in Verbindung mit einer Akkumulatorenbatterie von 288 Ampèrestunden Kapazität und 96 Ampère Entladestrom zugleich für die Stationsbeleuchtung und Turbinenregulierung dienen. Die letztere geschieht durch magnetische Kuppelung einer von der Turbinenachse angetriebenen Welle mit dem Reguliergetriebe. Die Regulatoren können sowohl von den Turbinen selbst, als auch von der Apparatenwand aus in Thätigkeit gesetzt werden. Letzteres ist besonders wichtig beim Parallelschalten der Maschinen oder bei plötzlichen Betriebsstörungen, wie solche z. B. bei Kurzschlüssen oder Blitzschlägen in der Leitung leicht eintreten können.

Da die oben genannten kleinen Drehstrommotoren zum Antrieb der Gleichstrommaschinen aus betriebstechnischen Gründen nicht für 10000 Volt eingerichtet werden können, so sind zur Herabsetzung der Spannung zwei Transformatoren mit 14 K.-W. Leistung angeordnet, welche den Strom von 10000 auf 100 Volt transformieren. Die Transformatoren sind in dem Messraum hinter der Apparatenwand aufgestellt, wo auch sämtliche Verbindungsleitungen, Sicherungen und Hochspannungsausschalter untergebracht sind, so dass an der Apparatenwand selbst nur die Bedienungsgriffe und Kontrollapparate zu sehen sind. Letztere sind ebenfalls dadurch vollkommen ungefährlich eingerichtet, dass der die Apparate durchfliessende Strom zuerst im Messraum mittels besonderer Messtransformatoren auf eine durchaus ungefährliche Spannung gebracht wird.

Die Ausführung der blanken Leitungen aus dem Messraum nach der Fernleitung geschieht, wie schon erwähnt, durch eine feuerfeste hohle Spindel der Turmtreppe mit 0,8 m Durchmesser. Zur Revision der Leitungen und Isolatoren ist in dieser hohlen Spindel eine eiserne Steigleiter angebracht.

Die Uebertragung der elektrischen Energie nach Stuttgart erfolgt oberirdisch (vgl. *D. p. J.* 1898 **310** 139).

Die Trace der Leitung ist unter Umgehung von Ortschaften so gewählt, dass sie möglichst bestehenden Feldwegen entlang geht, um sie leichter kontrollieren zu können. Die Linie geht der Reihe nach über die Markungen Marbach, Neckarweihingen, Poppenweiler, Ossweil, Aldingen, die Staatsdomäne Viesenhäuser Hof, Mühlhausen, Zazenhausen, Münster, die Staatsdomäne Burgholzhof, Markung Zuffenhausen, Feuerbach, Cannstatt und endigt in der Nähe des Rosensteintunnels auf der Prag in einer kleinen einstockigen Transformatorenstation mit 97 qm bebauter Grundfläche, in dessen Souterrain die Transformatoren aufgestellt sind, während in dem Obergeschoss die Ausschalter und Sicherungen untergebracht sind. Hier findet der Uebergang von der oberirdischen Leitung in eine unterirdische und hierzu die Umformung des Stromes von 10000 Volt auf 3000 Volt durch drei stehende Transformatoren von je 300 K.-W. Leistung statt.

Die Anordnung der Apparatenwand ist in dieser Transformatorenstation so getroffen, dass sowohl jede Fernleitungsgruppe und jedes Kabel für sich abgetrennt werden kann, als auch die Ausschaltung der einzelnen Wickelungen jedes Transformators ermöglicht ist.

Von dieser Station aus führen vorerst zwei dreifach verseilte Kabel mit Adern von je 95 qmm Kupferquerschnitt aus der Kabelfabrik „*Carlswerk*“ von *Felten und Guilleaume* in Mülheim a. Rh. den Strom unterirdisch in die im Stöckach erbaute Unterstation. Da diese, wie schon bemerkt, ebenfalls durch Kabel (im Nesenbache) mit der Zentrale verbunden ist, so kann der Strom von Marbach entweder der Unterstation oder der Zentrale zugeleitet werden, wo derselbe in Gleichstrom umgewandelt wird, und zwar im Stöckach durch zwei rotierende Drehstrom-Gleichstromumformer von 145 K.-W. Leistung, deren Gleichstromanker mit zwei Wickelungen versehen ist, so dass bei Parallelschaltung auf das Lichtnetz und bei Hintereinanderschaltung auf das Bahnnetz gearbeitet werden kann. In der Hauptzentrale sind zum gleichen Zweck drei solche Umformer mit je 210 K.-W. Leistung aufgestellt, von welchen der erste nur für die Stromversorgung ins Lichtnetz eingerichtet ist, während der zweite, wie die Umformer im Stöckach, mit zwei umschaltbaren Wickelungen versehen ist, und der dritte nur Strom mit der für die Strassenbahn notwendigen Spannung von 500 Volt liefert.

Die Pläne für die gesamte wasserbauliche Anlage wurden von Stadtbaurat *Kölle* in Stuttgart entworfen, welcher auch die Oberleitung über deren Bauausführung hatte. Der elektrische Teil wurde von der Generalunternehmererin, der Firma *Elektrizitäts-Aktiengesellschaft vorm. Schuckert und Co.* in Nürnberg selbst geführt.

Das ganze Werk macht den Eindruck einer in allen Teilen wohlüberlegten, zweckentsprechend eingerichteten und vorzüglich ausgestatteten Anlage.

Die Gesamtkosten derselben einschliesslich der Fernleitung und der in Stuttgart liegenden Teile nebst der Erweiterung des Kabelnetzes daselbst, belaufen sich auf rund 2000000 M., welche sich folgendermassen verteilen:

Marbach:		
Wasserbaulicher Teil . . .	350 000 M.	
Hochbaulicher Teil . . .	120 000 „	
Maschineller Teil	190 000 „	
Elektrischer Teil	200 000 „	
Fernleitung:		
Fernleitung	220 000 M.	
Transformatorenstation Prag:		
Hochbau	26 000 M.	
Elektrischer Teil	50 000 „	
Unterstation Stöckach:		Diese Einrichtungen waren für die Ausdehnung des Werkes — auch ohne Wasserkraftbetrieb — in der Hauptsache nötig.
Hochbau	200 000 M.	
Elektrischer Teil	110 000 „	
Akkumulatoren	74 000 „	
Kabelleitungen:		
Kabelleitungen	300 000 M.	
Zentrale:		
Hochbaulicher Teil . . .	10 000 M.	
Elektrischer Teil	150 000 „	

Die Anlage wird für die Folge ständig Tag und Nacht in Betrieb sein, was um so notwendiger wird, als die Zunahme des Energieverbrauchs so bedeutend ist, dass in diesem Jahr ausser den nunmehr vorhandenen Stromerzeugungsmitteln noch eine 1000 PS-Dampfdynamo hinzugefügt werden muss, und für das nächste Jahr ebenfalls eine grössere Erweiterung der *Stuttgarter Elektrizitätswerke* ins Auge zu fassen ist. —*h.*

Statistik der Starkstromanlagen in der Schweiz 1899.

Aus dem Geschäftsbericht des Post- und Eisenbahndepartements für das Jahr 1899 ergibt sich wiederum ein erheblicher Zuwachs von Starkstromanlagen, sowohl bezüglich der Zahl als auch der Arbeitsleistung. Es wurden dem Departement im Jahre 1899 insgesamt 143 Starkstromvorlagen (gegen 103 im Jahre 1898) eingereicht [1]), und zwar für 70 (70) Neuanlagen, 63 (28) Erweiterungen und 10 (5) Umänderungen bestehender Anlagen. Die Neuanlagen umfassen:

28 (33) Beleuchtungsanlagen (26 mit Gleich-, 2 mit Wechselstrom),
20 (23) Anlagen für Kraftübertragung (9 mit Gleichstrom, 9 mit Drehstrom, 2 mit einphasigem Wechselstrom),
22 (14) Anlagen für Kraftübertragung und Beleuchtung (3 mit Gleichstrom, 16 mit Drehstrom, 2 mit zwei- und 1 mit einphasigem Wechselstrom).

[1]) Die in Klammern vergleichsweise angegebenen Zahlen beziehen sich auf 1898.



Bezüglich der Arbeitsleistung zerfallen die Neuanlagen in:

46 (48) Anlagen	von 1 bis 100 K.-W.	mit	1 110	(954) K.-W.
20 (19) „	„ 100 „ 1000 „	„	4 501	(5 435) „
4 (3) „	„ mehr als 1000 „	„	13 570	(10 465) „
		Gesamtleistung	19 181	(16 854) K.-W.

Hiervon sind neu erstellt 14 270 (14 523) K.-W. und bestehenden Zentralen entnommen 4911 (2331) K.-W.

Die bedeutendsten im Berichtsjahre in Angriff genommenen Anlagen sind diejenigen der: *Société industrielle du Valais*, Vernayaz, 4970 K.-W., *P. und H. Spörri*, Flums, 1600 K.-W., *Elektrizitätswerk Hagneck*, Biel, 3500 K.-W., *Gesellschaft für elektrochemische Industrie*, Thusis, 3500 K.-W.

Die durch den Drehstrombetrieb der im Berichtsjahre dem Betrieb übergebenen Vollbahn von Burgdorf nach Thun verursachten Störungen machten es notwendig, sämtliche eindrähtigen Abonnentenleitungen der an der Bahn liegenden Telephonnetze mit besonderen von Erde isolierten Rückleitungen zu erstellen. Die nämliche Massnahme muss auch für die mit Gleichstrom betriebenen Strassenbahnen der grossen Städte in ausgedehntem Masse in Angriff genommen werden. — Ganz unerwartet viele Störungen eindrähtiger Telephonlinien verursachten die gegen Erde mangelhaft isolierten Wechselstrom-Niederspannungsleitungen. Das hierbei in den Telephonen auftretende Summen ist oft ein einfaches und bequemes Mittel, um die Störungsursache, d. h. die fehlerhaften Isolationsstellen, deren Auffindung sonst bei grossen, zusammenhängenden Sekundärnetzen sehr schwierig und zeitraubend ist, zu ermitteln und zu beseitigen. Die Hauptursache der meisten derartigen Störungen waren mangelhaft isolierte Hausinstallationen, in einigen Fällen auch zerbrochene Isolatoren an geerdeten eisernen Dachständern oder Kabelfehler der Sekundärnetze.

Die starke Vermehrung der elektrischen Tramways und oberirdischen Hochspannungsanlagen hat bei eindrähtigen Telephonleitungen mit Erdrückleitung (gleichviel ob Erdplatten oder Wasserleitungen) die Störungen in den Telephonzentralen, nämlich das plötzliche Fallen von Hunderten, ja sogar von Tausenden von Aufrufklappen, welches früher nur bei starken Gewittern vorkam, in ungeahntem Masse vermehrt. Bei Tramways tritt dieses ein bei Erdschlüssen, die von den an stromführenden Kontaktleitungen arbeitenden Monteuren unabsichtlich verursacht wurden. Bei Hochspannungsanlagen machen sie sich bemerkbar, wenn an den Blitzschutzapparaten, sei es durch atmosphärische Entladungen oder, wie es auch öfter geschah, durch Insekten oder Vögel Erdschluss entstand. Gleichzeitig versagte dann auch für einige Sekunden die elektrische Beleuchtung. Der Bericht konstatiert, dass die Eigentümer der Starkstromanlagen meistens den Wünschen der Telegraphenverwaltung um Vergrösserung des Abstandes der Elektroden in der gewitterfreien Zeit in zuvorkommender Weise Rechnung getragen haben. *Schweiz. Bau-Ztg.*

Bücherschau.

Die modernen Dampfkesselanlagen; deren Einrichtung und Betrieb. Ein Hand- und Nachschlagebuch für Industrielle, Studierende und Ingenieure von *E. Reinert.* Mit 150 Abbildungen im Text. Stuttgart 1900. Verlag: Arnold Bergsträsser Verlagsbuchhandlung (A. Kröner). Preis M. 6.— brosch.

Der Verfasser gibt in gedrängter Kürze und Uebersichtlichkeit eine Zusammenstellung der wichtigsten Punkte, welche für den richtigen Bau, die sachgemässe Anlage und den wirtschaftlichen Betrieb der Dampfkessel von Bedeutung sind. Weitgehende theoretische Betrachtungen sind vollständig vermieden, an Formeln ist nur das Notwendigste aufgenommen, dagegen finden sich Tabellen in grösserer Zahl, die eine längere Berechnung überflüssig machen und unmittelbar die wichtigsten praktischen Daten für bestimmte Verhältnisse entnehmen lassen.

Das Buch ist seiner ganzen Anlage nach für Fabrikbesitzer und solche Ingenieure bestimmt, die unter den verschiedensten Verhältnissen mit Dampfkesselanlagen beschäftigt sind und rasch ein sicheres zutreffendes Urteil abgeben müssen. In solchen Fällen wird das Werk seinen Zweck, ein Nachschlagebuch zur Erteilung einer schnellen Auskunft zu sein, auch wirklich erfüllen. Aber auch der vorgebildete Studierende wird das Werk mit Vorteil benützen können, um Vorlagen für die Projektierung zu finden.

Das Buch zerfällt in 16 Abschnitte und einen Anhang über polizeiliche Bestimmungen betreffs Anlegung von Dampfkesseln.

Der erste Abschnitt ist der umfangreichste und behandelt die Dampfkesselbauarten, nämlich Grosswasserraumkessel, Wasserrohrkessel und Kessel ohne Einmauerung. Bei jeder der zahlreichen angeführten Kesseltypen findet sich eine kurze, aber treffende Beschreibung, eine klare übersichtliche Abbildung und gewöhnlich eine Tabelle, welche für die gebräuchlichen Werte der Heizflächengrösse die wichtigsten Abmessungen des Kessels, des Mauerwerkes und das Gewicht entnehmen lässt.

Im zweiten Abschnitt wird die Anwendung der Kesselsysteme kurz besprochen. Der dritte Abschnitt befasst sich mit der Bestimmung der Grösse eines Dampfkessels. Der vierte Abschnitt erläutert die Einmauerung des Kessels. Der fünfte und sechste Abschnitt behandeln die Feuerungseinrichtung und die Ausrüstungsteile der Kessel. Im siebenten und achten Abschnitt finden sich die wichtigsten Angaben über das Kesselhaus und über den Schornstein. Der neunte Abschnitt erörtert die Verbrennung und das rationelle Heizen. Im zehnten und elften Abschnitt werden die Eigenschaften des gesättigten und überhitzten Dampfes besprochen und einige Ueberhitzungsvorrichtungen behandelt. Im folgenden Abschnitt wird die Berechnung der Kesselwandstärken gezeigt; hieran schliesst sich im 13. Abschnitt eine Besprechung der Kesselbaumaterialien und deren Verarbeitung; ein besonderer Abschnitt ist dann noch den Lokomobilen gewidmet. Der Schluss wird gebildet durch eine Betriebsordnung für Heizer, durch einige physikalische Tabellen und endlich durch die oben erwähnten polizeilichen Bestimmungen.

Die Ausstattung des Werkes ist eine sehr gute. Wer sich schnell über die wichtigsten Fragen in Bezug auf Dampfkesselanlagen orientieren muss, dem kann das Buch bestens empfohlen werden. *Hr.*

Die Unität des absoluten Masssystems in Bezug auf magnetische und elektrische Grössen. Von *Franz Kerntler.* III und 46 S. Leipzig 1899. B. G. Teubner. Preis 1,50 M.

Der Verfasser hebt das Unzulässige hervor, dass unser sogen. absolutes Masssystem, soweit es sich um magnetische und elektrische Grössen handelt, zwei Systeme nebeneinander führt, das elektrostatische und elektromagnetische, die nicht in einfacher Weise zusammenhängen, und zeigt, wie durch Einführung der Fortpflanzungsgeschwindigkeit der Elektrizität in die Gleichungen die Unität des absoluten Masssystems auch hier zum Vorschein kommt.

Einige neue Gesichtspunkte machen das Werkchen für das Studium recht interessant.

Zuschriften an die Redaktion.

(Unter Verantwortlichkeit der Einsender.)

Herr *F. Heinz* macht in Sachen seiner Erfindung eines Perpetuum mobile gewisse Formeln gegenüber meinen Ausführungen geltend.

Wenn ein Gewicht einem gewissen Druck ausgesetzt wird, so soll die dem Gewicht hierdurch erteilte Anfangsgeschwindigkeit in senkrechter Richtung nach oben nach der Formel $v = \sqrt{\frac{t \times 2g}{P}}$ beurteilt werden, in welcher v die Geschwindigkeit, P das Gewicht, t den Druck und $g = 9{,}81$ m bedeutet.

Ohne auf irgend etwas weiteres einzugehen, weise ich auf folgende zwei Umstände hin, welche die Unmöglichkeit dieser Formel, einerlei, woher sie stammt, darthun.

1. In dem Beispiel des Herrn *Heinz* wird auf 1000 kg ein Gasdruck von 1470 kg nach oben ausgeübt. Hiermit soll eine Anfangsgeschwindigkeit von 5,3 m und dementsprechend eine Steighöhe von 1,4 m erzielt werden. Diese Verhältnisse sind experimentell leicht nachzubilden. 1 kg auf die eine Schale einer Wage gelegt und 1,47 kg auf die andere, genügen den Anforderungen. Es wird niemand behaupten wollen, dass bei einer derartigen Belastung einer Wage das Kilogrammgewicht 1,4 m hoch in die Luft geschnellt wird.

2. Wenn man in der Formel $t = P$ setzt, also gerade denjenigen Druck anwendet, der genügt, um das Gewicht in Ruhe zu stützen, so ergibt die Formel auch noch eine Steiggeschwindigkeit von über 4 m.

Hochachtungsvoll

Dr. *R. Wirth.*

Dazu schreibt uns Herr *F. Heinz*: Das von Herrn Dr. *R. Wirth* vorgeschlagene Experiment mit einer Schalenwage erscheint mir nicht geeignet, Licht in unsere Sache zu bringen, gleichwohl nahm ich es vor und fand, dass der Wagebalken in dem bezeichneten Falle einen Winkelausschlag von etwa 50 Grad zeigte, was bei entsprechender Länge des Wagebalkens genügt, um das 1 kg Gewicht 1,4 m hoch zu heben. — (Wir betrachten die Aussprache zu diesem Gegenstande für abgeschlossen. Die Red.)

Arnold Bergsträsser Verlagsbuchhandlung (A. Kröner) Stuttgart.
Druck der Union Deutsche Verlagsgesellschaft ebendaselbst.



DINGLERS
POLYTECHNISCHES JOURNAL.

81. Jahrg., Bd. 315, Heft 23. Stuttgart, 9. Juni 1900.

Jährlich 52 Hefte in Quart **Abonnementspreis** vierteljährlich 6 M., direkt franko unter Kreuzband für Deutschland und Oesterreich 6 M. 65 Pf., für das Ausland 7 M. 30 Pf. Redaktionelle Sendungen und Mitteilungen bittet man zu richten: An die Redaktion von „Dinglers Polytechn. Journal“ in Stuttgart, die Expedition betreffende Schreiben an Arnold Bergsträsser Verlagsbuchhandlung (A. Kröner) Stuttgart.



Die vereinigte Dampf- und Kaltdampfmaschine einst und jetzt.

Von **Rudolf Mewes**, Ingenieur und Patentanwalt.

In dem letzten Jahrzehnt hat der Wettkampf zwischen der Dampfmaschine und den Verbrennungskraftmaschinen einen für die erstere immer gefährlicher werdenden Umfang angenommen, so dass die unbedingte Sicherheit und Anpassungsfähigkeit, durch welche die Dampfmaschine die übrigen Wärmekraftmaschinen übertrifft, und welche sie in so hervorragendem Masse als Betriebsmaschine für alle Zwecke und Leistungen geeignet erscheinen lassen, den geringeren wirtschaftlichen Wirkungsgrad gegenüber den gesteigerten Leistungen der modernen Verbrennungskraftmaschinen nicht mehr auszugleichen vermochte. Zunächst musste die Dampfmaschine das Gebiet der für das Kleingewerbe bestimmten Kleinkraftmaschinen räumen und sah sich neuerdings durch die Gicht- oder Generator- bezw. Wassergas benutzenden Grossgasmaschinen auf seiner eigensten bisher allein beherrschten Domäne der Grosskraftmaschine stark gefährdet. Unter solchen Umständen musste natürlich eine Steigerung des thermischen Wirkungsgrades der Dampfmaschine, also Mehrleistung ohne Mehraufwand an Dampf in der Dampfmaschinenindustrie die grösste Aufmerksamkeit erregen, da dadurch der Wettbewerb zwischen Dampf- und Wärmekraftmaschine wieder zu Gunsten der ersteren verschoben wird. Diese wirtschaftlich sowohl als auch maschinentechnisch hochbedeutende Leistung ist durch die Vereinigung der Dampfmaschine mit einer Kaltdampfmaschine durch einwandfreie Versuche verwirklicht worden.

Diese Versuche, welche von Professor *Josse* in dem Maschinenlaboratorium der Kgl. Technischen Hochschule in Berlin im vorigen Jahre zu einem gewissen Abschluss gebracht und zur Jahrhundertfeier der Technischen Hochschule in den Mitteilungen des Maschinenlaboratoriums (H. 2, S. 1 bis 9, 1899) in einem vorläufigen Bericht veröffentlicht worden sind, haben ergeben, dass durch die Vereinigung der Kaltdampf- und Dampfmaschine *bei einer Verbundmaschine mit Kondensation von etwa 40 PS 56 % der indicirten Leistung dieser Maschine ohne Mehraufwand an Dampf hinzugewonnen werden konnten*. Das Wesen dieser vermeintlich neuen Erfindung kennzeichnet Professor *Josse* a. a. O. mit folgenden Worten:

„Der Gedanke, einen Teil der Wärme dadurch in Arbeit umzusetzen, dass man diese Wärmemenge von verhältnismässig niederer Temperatur des Wärmeträgers, die bei Verwendung des gewöhnlichen Arbeitsmittels (Wasserdampf) nicht mehr ausgenutzt werden kann, zum Teil durch andere Arbeitsmittel mit niedriger liegendem Siedepunkt (Kaltdämpfe) verwerten könnte, ist schon längst ausgesprochen worden. Vor mehreren Jahren jedoch ist diese Idee von den Herren *Gottlieb Behrend* und *Zimmermann* in der präciseren Form eines Patentes zum Ausdruck gebracht und durch allerdings damals nicht befriedigende Versuche verwirklicht worden. Der Grundgedanke des Patentes besteht darin, die in den Auspuffprodukten der Dampfmaschinen enthaltene Wärmemenge (bei Auspuffmaschinen der Abdampf von 100°, bei Kondensationsmaschinen derselbe von 65 bis 70° entsprechend dem Vakuum) zur Verdampfung einer bei niederer Temperatur siedenden Flüssigkeit zu verwenden und diese hierbei erzeugten, hochgespannten Dämpfe derselben in einem Arbeitscylinder unter Arbeitsleistung auf denjenigen Druck zu erniedrigen, welcher der Temperatur des Kühlwassers entspricht. Mit anderen Worten, der Vorgang besteht darin, einerseits das Temperaturgefälle in Wasserdampfmaschinen von der Kondensatorspannung (65 bis 70°) herab zur Kühlwassertemperatur (15 bis 20°), das bei Wasserdampf unmittelbar nicht ausnutzbar ist, durch andere geeignetere Dämpfe zu verwerten, andererseits dabei auch die grosse Wärmemenge, die ohne in Arbeit verwandelt zu werden, durch die Dampfmaschine hindurchgeht, teilweise in Arbeit umzusetzen. Die Herren *Behrend* und *Zimmermann* haben diesen Gedanken, dessen Richtigkeit und Ausführbarkeit von vielen Seiten bestritten worden war, mit anerkennenswerter Zähigkeit verfolgt und vor einigen Jahren versucht, denselben aus der Theorie in die Praxis umzusetzen. Sie hatten in Verbindung mit einer Maschinenfabrik eine Versuchsmaschine gebaut und in Betrieb gebracht; die Versuche haben jedoch infolge verschiedener Umstände nicht befriedigt und scheiterten an praktischen Schwierigkeiten.“

Günstige Resultate wurden jedoch von Professor *Josse* mit einer derartigen Versuchsmaschine, welche die *Berliner Maschinenbau-Aktiengesellschaft für Eisengiesserei und Maschinenfabrikation (vorm. J. C. Freund u. Co.)* nach seinen Entwürfen bereitwilligst gebaut hat, erreicht, und zwar über Erwarten günstige. Aus praktischen Gründen wurde die Kaltdampfmaschine als gesonderte Maschine mit eigenem Triebwerk gebaut und neben der Wasserdampfmaschine aufgestellt. Die Wasserdampfmaschine arbeitet dabei wie gewöhnlich als Kondensationsmaschine, nur dass der Abdampf, welcher aus dem Niederdruckcylinder in einen Oberflächenkondensator geführt und dort niedergeschlagen wird, nicht wie gewöhnlich durch Kühlwasser, sondern durch eine leicht verdampfende Flüssigkeit. Solche Flüssigkeiten, welche in der Eismaschinentechnik allgemein im Gebrauch sind, sind in erster Linie Ammoniak und schweflige Säure, ferner Aceton, Benzol, Aether, Kohlensäure u. a. „Es ist,“ wie Professor *Josse* in dem erwähnten Bericht mit vollem Recht betont, „ganz gleichgültig vom theoretischen Standpunkt, welche von diesen Flüssigkeiten für den Versuch benutzt wird“. *Josse* wählte schweflige Säure, weil dieselbe in jahrelangem Eismaschinenbetrieb erprobt war und in dem Cylinder ohne Schmierung arbeiten kann, während *Du Trembley*, welcher bereits vor 50 Jahren in gleich vollkommener Weise die vereinigte Kaltdampf- und Dampfmaschine gebaut und erprobt hat, als Füllflüssigkeit für die Kaltdampfmaschine Aether benutzte. Die *Behrend* und *Zimmermann*'sche Maschine weist dieser Maschine gegenüber, soweit der vorläufige Bericht dies erkennen lässt, nur solche Unterschiede auf, welche durch den heutigen Stand der Dampfmaschinentechnik bedingt werden, wie z. B. die höhere Spannung.

Zum Vergleich lasse ich die Beschreibung der auf einem Transportdampfer erprobten *Du Trembley*'schen Ma-

schine nach dem Bericht der Prüfungskommission folgen, welche diese Maschine im Auftrage des Präfekten der Rhonemündungen 1853 prüfte. „Der Wasserdampf wird, nachdem er seine Wirkung ausgeübt hat, beim Austritte aus dem Cylinder in einen verschlossenen Apparat geleitet, welcher von oben nach unten von einer grossen Anzahl einander nahe, aber isoliert stehender Röhren durchzogen ist. Das Fussende dieser Röhren taucht in ein unter dem Apparate stehendes Aetherreservoir. Der Aether steigt in den Röhren in die Höhe und füllt sie zum Teil. Sobald der Wasserdampf in den Apparat eingetreten ist und die Röhren von allen Seiten umgibt, so kondensirt er sich zu Wasser, und der Aether verdampft. Hierdurch gewinnt man nicht nur den Vorteil der gewöhnlichen Kondensationsmaschinen, sondern es entwickelt auch der Aetherdampf, welcher in einem eigens hierzu bestimmten Raume über dem Verdampfungsapparate gesammelt wird, eine neue Kraft, welche noch zu der des Wasserdampfes hinzukommt. Das durch die Kondensation gebildete Wasser wird nach dem Kessel zurückgeführt; der über dem Verdampfungsapparate und in den Röhren erzeugte Aetherdampf aber gelangt in einen Cylinder, in welchem seine Kraft benutzt wird und welcher von gewöhnlichen Dampfmaschinencylindern in nichts abweicht. Der Kolben dieses zweiten Cylinders kann unabhängig arbeiten oder mit dem Wasserdampfcylinder an dieselbe Welle angeschlossen sein. Das letztere ist bei dem Schiffe *Le du Trembley* der Fall und wird in der Regel bei allen Dampfschiffen der Fall sein. Der Aetherdampf, dessen Entweichen aus mehrfachen Gründen sorgfältig vermieden werden muss, wird wie der Wasserdampf behandelt. Er wird in einen Röhrenapparat, ähnlich dem Verdampfungsapparate, eingeführt und durch einen ununterbrochenen Strahl Wasser kondensiert, welcher in den Apparat einfliesst und die Röhren umgibt. Der flüssige Aether wird darauf dem Verdampfungsapparate zugehoben, und der beschriebene Kreislauf beginnt von neuem. Diese Einrichtung gewährt eine namhafte Ersparnis an Brennmaterial, welche gewonnen wird: 1. durch die Speisung des Kessels mit dem warmen durch die Kondensation des Dampfes erhaltenen Wasser; 2. durch die Benutzung der Wärme, welche der Aetherdampf dem kondensierten, nicht wieder nach dem Kessel zurückkehrenden Wasserdampf entzieht; 3. durch die Speisung des Kessels mit destilliertem Wasser, wodurch das Absetzen von Salzen verhindert wird, welches dem Kessel warmes Wasser und mithin auch Wärme entzieht. Bei der Prüfung des *Du Trembley* waren aber auch neben Anerkennung der Vorteile, welche man von seiner Einrichtung erwarten konnte, die Gefahren zu untersuchen, welche aus der Anwendung des Aethers entspringen können, weil sich derselbe sowohl im flüssigen Zustande, als auch als Dampf bei der Berührung mit Feuer leicht entzündet. Diese Gefahren neben denen, welche die Dampfschiffahrt an und für sich schon bietet, erforderten die genaueste Aufmerksamkeit der Kommission. Was zunächst die Vorsichtsmassregeln betrifft, welche man zur Vermeidung der aus der Anwendung des Aethers hervorgehenden Unfälle getroffen hat, so haben die Apparate, durch welche der Aether hindurchgeht, der Verdampfungsapparat, der Kondensator und der Cylinder, durchgängig beim Zusammenbau äussere Mäntel, welche für den Fall, dass eine Undichtheit entstehen sollte, den Aetherdampf verhindern, sich nach aussen zu verbreiten; sie sind überall, wo der Aether in Dampfform auftritt, mit Manometern und Sicherheitsventilen versehen. Zwischen dem Kessel und dem Maschinenraume ist durchaus keine Kommunikation. Zu dem letzteren gelangt man nur mit Hilfe von Sicherheitslampen, welche im Aetherdampfe verlöschen, ohne denselben zu entzünden. Wenn überdies der Aetherdampf den grossen Uebelstand der leichten Entzündbarkeit zeigt, so gewährt er auf der anderen Seite den Vorteil, dass er die Gefahr selbst durch seinen Geruch anzeigt, wie gering auch die Menge sei, welche der Luft beigemischt ist. *Du Trembley* hat die Verbindung seiner Apparate mit einer solchen Sorgfalt hergestellt, dass, wenn während des Stillstandes der geheizten Maschine ein schwacher Geruch die Gegenwart von Aether in der Luft anzeigt, dieser Geruch vollständig verschwindet, sobald das Schiff im Gange ist. Wenn der Bau des *Du Trembley* der erste Versuch der Anwendung kombinierter Dämpfe bei der Meeresdampfschiffahrt ist, kann dagegen die Anwendung dieses Systems bei stehenden Maschinen als durch die Erfahrung bestätigt betrachtet werden. In Lyon befindet sich eine solche Maschine (vgl. *Polytechnisches Centralblatt* 1848, S. 683) mit einer Gesamtleistung von 50 PS, welche zum Betriebe einer der bedeutendsten Glaswarenfabriken dient und seit 6 Jahren ohne Unterbrechung, ohne Unfälle und zur vollkommenen Zufriedenheit der Erbauer gearbeitet hat" (vgl. *Polytechnisches Centralblatt* 1854, Bd. 385 u. ff. und *Annales des mines* 1853, Bd. 4 S. 203).

Die Kommission, welche, wie schon oben bemerkt wurde, die von *Du Trembley* erfundene vereinigte Kaltdampf- und Dampfmaschine zu untersuchen hatte, fuhr zu diesem Zwecke mit dem Schiff, auf welchem die Maschine aufgestellt war, den 7. Juni 1853 mittags 1 Uhr von Marseille in 53stündiger Fahrt nach Algier. Die Maschine hat während dieser Fahrt ohne Unterbrechung gearbeitet. Die Kolben machten 32 Doppelhübe in der Minute; die Leistung beider Maschinen betrug etwa 70 PS.

Während der Ueberfahrt mussten die Apparate einmal mit Aether gespeist werden. Diese Operation geschieht ohne alle Schwierigkeiten und Gefahren, und ohne die Bewegung der Maschine unterbrechen zu müssen, indem man mittels eines hierzu bestimmten Hahnes auf den Kondensator einen Heber aufschraubt, dessen zweiter Schenkel in das Gefäss, welches den Aether enthält und auf dem Verdeck aufgestellt ist, taucht. Der Kondensator saugte selbst so viel Aether an, als man in denselben einführen wollte. Die Höhe des Aethers im Kondensator und im Verdampfungsapparate wird durch Glasröhren angegeben. Das Manometer für den Wasserdampf hielt sich während der Reise durchschnittlich auf $1^3/_4$ at, das für den Aetherdampf auf $1^7/_8$ at. Das Vakuummanometer im Wasserdampfkondensator zeigte 0,55 m und das im Aetherdampfkondensator nur 0,1 m. Der Hub der Kolben, welche 32 Touren in der Minute machten, war gleich 0,75 m, der Durchmesser des Wasserdampfcylinders 0,65 m und des Aetherdampfcylinders 0,8 m. Die Maschinen leisteten, wenn sie nur mit Wasserdampf arbeiteten, nach mehreren Versuchen 69,41 PS. Die Spannung des Dampfes konnte man wegen der Unzulänglichkeit des Kondensators nur bis auf $1^3/_4$ statt auf 2 at treiben. Bei ordnungsmässigem Betrieb ist die Leistung der Kaltdampfmaschine nur um $^1/_4$ geringer als diejenige der Wasserdampfmaschine.

Von besonderem Interesse ist der Umstand, dass zwischen den durch die Kondensation des Wasserdampfes und des Aetherdampfes hergestellten Unterdrücken eine grosse Spannungsverschiedenheit herrscht. Diese Differenz entspringt, wie die Kommission besonders hervorhebt, erstens aus der Spannung, welche der Aetherdampf bei der Temperatur des zur Verdichtung angewendeten Meerwassers noch beibehält, und dann aus der durch zu kleine Oberflächen bedingten Unzulänglichkeit des Kondensators. Im Anschluss hieran heisst es dann im Kommissionsbericht: *„Bei einer neuen Maschine ist dieser Fehler nicht zu befürchten; man wird dann auch in Bezug auf den Aether- und Kohlenverbrauch noch günstigere Resultate erlangen."*

Die Leistung der vereinigten Kaltdampf- (Aetherdampf-) und Wasserdampfmaschine betrug nach den Dauerversuchen im Mittel 70 PS, der Kohlenverbrauch während der Versuchsdauer von $36^1/_2$ Stunden 2860,9 kg, stündlich also 77,67 kg und pro stündliche Pferdekraft 1,11 kg. Vor der Einführung des vereinigten Betriebes haben die beiden Dampfmaschinen nach dem Schiffsjournal in 2,818 Stunden 851,95 kg, stündlich also 302 kg und pro stündliche Pferdekraft 4,31 bis 4,51 kg verbraucht. *„Hiernach erwächst aus der Einführung des Aetherdampfes gegen die alleinige Anwendung von Wasserdampf eine Ersparnis von 3,20 bis 3,35 kg pro stündliche Pferdekraft oder 74,26 %."*

Dies ausserordentlich günstige Ergebnis mit der *Du Trembley*'schen Maschine in der Praxis übertrifft das von *Josse* mit der *Behrend-Zimmermann*'schen Versuchsmaschine erhaltene Resultat noch um 18 % und stimmt vollständig mit der Bemerkung von Professor *Josse* überein, dass die mit der vereinigten Kaltdampf- und Dampfmaschine zu erzielende zusätzliche Leistung um so grösser ist, je grösser der Dampfverbrauch der Wasserdampfmaschine ist,

und dass somit bei einer schlechten Wasserdampfmaschine mit hohem Dampfverbrauch durch Anschluss der Kaltdampfmaschine der Prozentsatz der zu gewinnenden Arbeit grösser sein wird, als bei einer guten Wasserdampfmaschine mit geringerem Dampfverbrauch.

Aus den Versuchen im Maschinenlaboratorium der Berliner Technischen Hochschule folgt, dass etwa pro 15 kg Wasserdampf, der durch die Wasserdampfmaschine hindurchgeht, in der Kaltdampfmaschine eine indizierte Pferdestärke geleistet werden kann. Der thermische Wirkungsgrad der mit schwefliger Säure betriebenen Kaltdampfmaschine ist demnach gleich $\frac{637}{7875} = 8\,\%$.

Ebenso wie *Du Trembley* vor 50 Jahren, hat auch Professor *Josse* bei der neuesten Versuchsmaschine auf die Dichtung der Stopfbüchsen besonderen Wert legen müssen, sowohl um Verluste an der Arbeit zu vermeiden, als auch namentlich um den Geruch hintan zu halten, und diese Aufgabe in gleich vollkommener Weise praktisch gelöst. Besonders erwähnt zu werden verdient noch, dass einst wie jetzt der Kaltdampfarbeitscylinder absolut keiner Wartung bedarf. Die Abmessungen der *Behrend-Zimmermann*'schen Maschine gebe ich hier noch an, um einen vollständigen Vergleich mit der älteren Maschine zu ermöglichen.

Durchmesser des Hochdruckcylinders	340 mm
„ „ Niederdruckcylinders	530 „
Kolbenhub	500 „
Durchmesser des Kaltdampfcylinders	200 mm
Kolbenhub	500 „

Die Tourenzahl war bei der Dampfmaschine gleich 41,5 und bei der Kaltdampfmaschine gleich 77 in der Minute. Der Dampfverbrauch der Dampfmaschine betrug mit Kondensation normal 8,6 kg pro Ni und ging durch Anwendung der Kaltdampfmaschine auf 5,5 kg pro Ni herunter, was einer Ersparnis von 56 % entspricht.

Aus dem Vergleich der beiden hier ausführlich besprochenen Maschinentypen ergibt sich der Schluss, dass *die Behrend-Zimmermann'sche Maschine gegenüber derjenigen von Du Trembley eine neue Erfindung nicht mehr darstellt.* Die Erfinder haben nur das Verdienst, die bereits vor 50 Jahren praktisch ausgeführte Maschine nochmals erfunden und, was hoch anzuschlagen ist, diese wirklich gute Sache trotz vieler Mäkeleien, Enttäuschungen und Schwierigkeiten in beinahe 10jährigen Mühen mit grossen Opfern wiederum lebensfähig gemacht und zur Geltung gebracht zu haben.

Die Theorie der vereinigten Kaltdampf- und Dampfmaschine, sowie auch die wirtschaftliche Seite dieses Maschinentypus ist in zwei recht interessanten Arbeiten von Ingenieur *Richard Stetefeld* in der *Zeitschrift für die gesamte Kälteindustrie* (Heft 1, 2 und 5 d. Jahrg.) behandelt worden. Dieses Thema soll im Anschluss an die vorliegende Arbeit in einem besonderen Aufsatze eingehend besprochen werden.

Das exzentrische Kreisradgetriebe für ein Umdrehungsverhältnis 1 : 2.

Von **O. Herre.**

Die Anwendung von Zahnrädergetrieben mit wechselndem Verhältnis der Winkelgeschwindigkeiten tritt im Maschinenbau nur vereinzelt auf, weil sich der Zweck dieser Getriebe, nämlich die Umwandlung einer gleichförmigen Drehbewegung in eine abwechselnd nach bestimmten Gesetzen beschleunigte und verzögerte Drehbewegung, gewöhnlich durch andere Hilfsmittel in bequemerer Weise erzielen lässt. Die Gründe für die beschränkte Anwendung „unrunder“ Zahnräder bestehen einerseits in den praktischen Schwierigkeiten, welche die genaue Herstellung dieser Räder bietet, andererseits aber auch in den theoretischen Schwierigkeiten bei der Entwickelung der Form und der Bewegungsgesetze der Räder.

Die einfachsten Zahnrädergetriebe mit wechselndem Winkelgeschwindigkeitsverhältnis sind die bekannten, mehrfach verwendeten elliptischen Räder, bei denen die Teilrisse der beiden Räder durch zwei kongruente Ellipsen gebildet werden, während die gleichliegenden Brennpunkte der beiden Ellipsen die Lage der Drehachsen bestimmen. Die elliptischen Räder sind jedoch in ihrer Anwendung auf solche Fälle beschränkt, in denen die Umdrehungszahlen der beiden Räder gleich sind.

Soll das Verhältnis der Umdrehungszahlen nun 1 : 2 betragen, so kann das in Fig. 1 dargestellte Getriebe Verwendung finden.

Das kleinere Trieb, welches die doppelte Umdrehungszahl des anderen Rades erhalten soll, ist ein Kreisrad, das sich um eine exzentrisch liegende Achse dreht. Das zweite Rad muss nun einen Teilrissumfang gleich dem doppelten Teilkreisumfang des Kreisrades und ausserdem eine solche Form erhalten, dass in allen Stellungen die Summe der beiden augenblicklich zusammenwirkenden Strahlen von den Drehpunkten der Räder nach den sich berührenden Teilrisspunkten konstant und zwar gleich der Achsenentfernung ist.

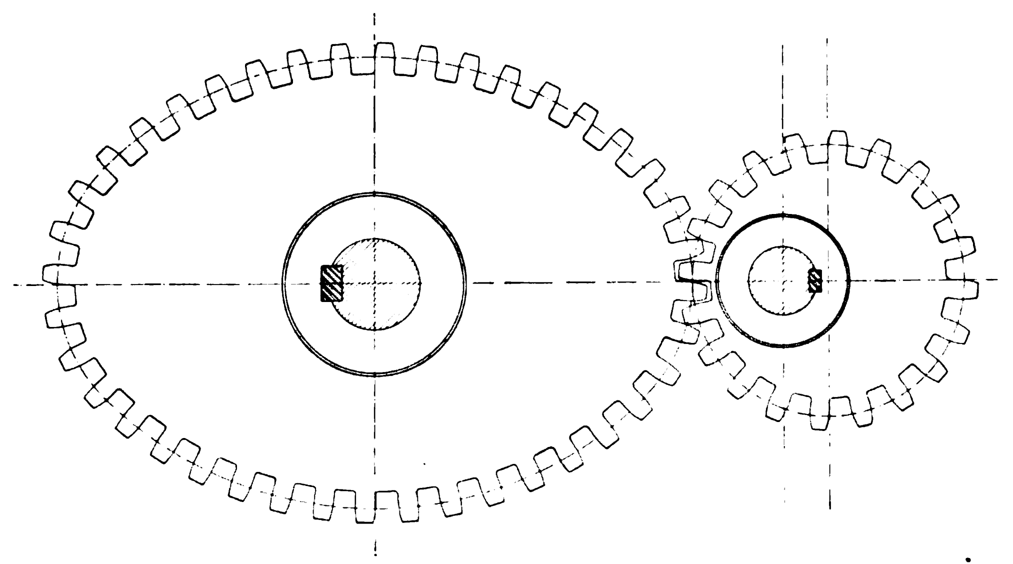


Fig. 1.

Für die Form des grösseren Rades findet man in der Litteratur die Angabe, dass der Teilriss eine Ellipse ist. Dies ist jedoch nicht ganz zutreffend. Die genaue Form des Teilrisses ist nur ellipsenähnlich; der wirkliche Teilriss weicht von der Ellipse mit gleichen Halbachsen in der Weise ab, dass die Kurvenzweige zwischen den Endpunkten der Hauptachsen innerhalb der Ellipse fallen, und zwar sind die Abweichungen um so grösser, je grösser die Exzen-

trizität des Kreisrades gewählt wird. Für die in Betracht kommenden praktischen Werte der Exzentrizität fällt die Abweichung nun so gering aus, dass man die Ellipse als Grundlage für die Ermittelung der genauen Form benutzen kann. Die Ermittelung des genauen Teilrisses und überhaupt die Berechnung der Räderform für bestimmte Achsenentfernungen und gegebene Werte der Geschwindigkeitsveränderungen des angetriebenen Rades kann nun nach den Untersuchungen des Verfassers auf Grund des nachstehend entwickelten Verfahrens erfolgen.

Es bezeichne mit Bezug auf Fig. 2

$s = AB$ den Abstand der Achsen der beiden Räder;
$r = MC = CN$ den Teilkreishalbmesser des Kreisrades I;
$e = BC$ die Exzentrizität des Kreisrades, also die Entfernung des Teilkreismittelpunktes vom Drehpunkt des Rades I;
$a = AM$ die grosse Halbachse des ellipsenähnlichen Teilrisses des Rades II;
$b = AP$ die entsprechende kleine Halbachse desselben Rades.

Es möge nun vorausgesetzt werden, dass diese Bestimmungsstücke in Fig. 2 in den richtigen Verhältnissen angenommen worden sind; die Berechnung dieser Bestimmungsstücke wird später gezeigt werden. Die Konstruktion der Teilrisse ist dann folgende.

Man zieht um C mit dem Halbmesser r den Kreis und konstruiert für die Halbachsen a und b eine genaue Ellipse mit dem Mittelpunkt A. Die Ellipse ist in Fig. 2 strichpunktiert eingetragen; dann bestimmt man entsprechend der gewählten Exzentrizität e den Drehpunkt B des Kreisrades. Nunmehr teilt man den halben Umfang MN des Teilkreises in eine Anzahl gleicher Teile; in Fig. 2 sind acht Teile mit den Teilpunkten $0, 1, 2, 3 \dots 8$ angenommen worden. Schlägt man jetzt mit der Achsenentfernung $s = AB$ um B einen Kreis und legt man von B aus durch die vorhin erwähnten Teilpunkte $1, 2, 3 \dots 8$ Strahlen bis zur Peripherie dieses Kreises, so erhält man die Punkte $a, b, c \dots h$.

Fig. 2.

Nun besteht aber der Grundsatz, dass bei Rädern beliebiger Form, bei denen nur die Entfernung der Drehachsen konstant ist, die Summe der beiden zusammen arbeitenden Fahrstrahlen ebenfalls konstant und gleich der Achsenentfernung ist, weil der Berührungspunkt der beiden aufeinander abrollenden Teilrisse stets auf der Verbindungslinie der beiden Drehachsen liegen muss. Dann folgt aber nach Fig. 2 ohne weiteres, dass zu den Fahrstrahlen $B1, B2, B3 \dots B8$ des Kreisrades entsprechende Fahrstrahlen des Rades II gehören, die durch die Längen $a1$, $b2$, $c3 \dots h8$ bestimmt sind. Um den Teilriss des Rades II zu ermitteln, sind noch die Winkel festzustellen, welche diese Fahrstrahlen miteinander einschliessen.

Zu diesem Zwecke teilt man nach Fig. 2 den Viertelbogen MP der Ellipse in ebenso viel gleiche Teile wie den halben Teilkreis des Rades I und verbindet die erhaltenen Teilpunkte $1', 2', 3' \dots 8'$ mit A. Auf diese Fahrstrahlen $A1', A2', A3' \dots A8'$ trägt man jetzt von A aus die Längen $a1$, $b2$, $c3 \dots h8$ ab, wodurch die Punkte $a', b', c' \dots h'$ entstehen, die durch eine Kurve zu verbinden sind, welche dann den Teilriss des Rades II darstellt.

Allerdings ist zu bedenken, dass die Punkte $a', b', c' \dots h'$ nicht mehr genau gleich weit voneinander entfernt sind, wie es verlangt werden müsste, doch sind die Abweichungen nur gering und können für die meisten praktischen Fälle vernachlässigt werden; für genauere Ermittelungen kann man übrigens dasselbe Verfahren mit Benutzung der gefundenen Kurve noch einmal anwenden.

Das vorstehend beschriebene Verfahren ist natürlich nur für den Fall thatsächlich richtig, wenn die gefundene Teilrisslinie auch ebenso lang wie der doppelte Umfang des Teilkreises des Rades I ist, was nur bei einer richtigen Wahl der Bestimmungsstücke zutreffen wird. Die Berechnung der Bestimmungsstücke kann nun in folgender Weise geschehen.

Wäre die genaue Ellipse der richtige Teilriss für das Rad II, so hätte man den Umfang derselben gleich dem doppelten Teilkreisumfang zu setzen; es wäre

$$\pi \cdot (a + b) x = 2 \cdot \pi \cdot 2 r \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad \text{I)}$$

Der Wert x ist von dem Verhältnis $\frac{a-b}{a+b}$ abhängig und wird durch Summation einer unendlichen Reihe erhalten; er schwankt zwischen 1 und 1,2732, je nachdem $\frac{a-b}{a+b}$ zwischen den Werten 0 und 1 sich bewegt.

Nun ist aber zu bedenken, dass der wirkliche Teilriss, wie schon erwähnt wurde, und wie es auch Fig. 2 zeigt, innerhalb der Ellipse liegt; daher wird der Umfang des Teilrisses auch kürzer sein als der Ellipsenumfang. Es wäre somit notwendig, in Gleichung I die Ellipse gleich von vornherein so viel grösser zu nehmen, dass nach vollzogener Konstruktion des Teilrisses dieser gerade den richtigen Umfang hat. Hierbei kann nun die Thatsache gute Dienste leisten, dass der Wert x etwa in demselben Verhältnis zu 1 steht, wie die Länge der Ellipse zur Länge des Teilrisses; infolgedessen erfüllt man die vorstehende Bedingung betreffs der Wahl einer grösseren Ellipse in ganz zweckmässiger Weise, wenn man in Gleichung I den Wert x durch den Wert 1 ersetzt; man erhält also die Bedingung

$$\pi (a + b) = 4 \cdot \pi \cdot r \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad \text{II)}$$

Für den Fall $e = 0$, wenn es sich also um zwei zentrische Kreisräder handelt, indem $a = b$ wird, ist Gleichung II absolut richtig.

Wächst e, so weicht der Teilriss zwar immer mehr von der Ellipse mit gleichen Achsenlängen ab; da aber der Wert x ebenfalls wächst, so wird auch durch die in Gleichung II vorgenommene Substitution eine um so grössere Ellipse zu Grunde gelegt.

Für den Wert $e = 0{,}3 r$ bis $0{,}4 r$ ist daher auch auf graphischem Wege eine Differenz zwischen der Länge des durch Konstruktion gefundenen Teilrisses und dem doppelten Kreisumfange kaum festzustellen. Erst für den Wert $e = 0{,}7 r$ wird eine Differenz dieser Längen bemerkbar, doch bleibt der Fehler immer noch unter 1 %, was wohl noch in den Kauf genommen werden kann. Grössere Werte für e als $0{,}7 r$ dürften aber wohl kaum praktisch in Betracht kommen, da sich sonst die Welle zu sehr dem Teil-



kreise bezw. dem Fusskreise der Radzähne nähern würde, und die Herstellung der Räder kaum noch möglich bezw. zweckmässig wäre. In Fig. 1 ist $e = 0{,}33\,r$, in Fig. 2 dagegen $e = 0{,}7\,r$. Man erkennt aus Fig. 2, dass zwischen dem Wellenumfang des Rades I und dem eventuell anzuwendenden Zahnfusskreis kaum noch genügend Material verbleiben würde. Es ist daher die in Gleichung II vorgenommene Substitution für alle praktischen Fälle als hinreichend genau anzusehen.

Aus Gleichung II folgt nun

$$r = \frac{a+b}{4} \quad \ldots\ldots \quad \text{III)}$$

Ferner ergibt sich aus Fig. 2

$$\left.\begin{array}{l} s = a + r - e \\ s = b + r + e \end{array}\right\} \quad \ldots\ldots \quad \text{IV)}$$

Durch Addition erhält man

$$2s = a + b + 2r$$
$$s = \frac{a+b}{2} + r.$$

Nun kann man aber nach Gleichung III für $\frac{a+b}{2}$ den Wert $2r$ setzen; infolgedessen erhält man aus vorstehender Gleichung die sehr einfache Beziehung

$$\boldsymbol{s = 3r} \quad \ldots\ldots \quad 1)$$

Der Radius des Kreisrades I ist demnach stets gleich dem dritten Teile der Achsenentfernung zu wählen.

Aus den Gleichungen IV folgt nun weiter

$$a + r - e = b + r + e$$
$$\boldsymbol{e = \frac{a-b}{2}} \quad \ldots\ldots \quad 2)$$

Bezeichnet nun φ_1 das kleinste und φ_2 das grösste Verhältnis der Winkelgeschwindigkeit des Rades II zur konstanten Winkelgeschwindigkeit des Rades I, so folgt aus Fig. 2

$$\varphi_1 = \frac{BM}{AM} = \frac{r-e}{a}$$
$$\varphi_2 = \frac{BN}{AP} = \frac{r+e}{b}.$$

Hieraus folgt dann für Rad II das Verhältnis der kleinsten Winkelgeschwindigkeit zur grössten während einer halben Umdrehung

$$\varphi = \frac{\varphi_1}{\varphi_2} = \frac{b}{a}\,\frac{r-e}{r+e} \quad \ldots\ldots \quad \text{V)}$$

Setzt man hierin für r und e die Werte aus den Gleichungen III und 2 ein, so folgt

$$\varphi = \frac{b}{a}\,\frac{\frac{a+b}{4} - \frac{a-b}{2}}{\frac{a+b}{4} + \frac{a-b}{2}}.$$

Nach einer kurzen Umformung ergibt sich hieraus

$$\varphi = \frac{3b^2 - ab}{3a^2 - ab} \quad \ldots\ldots \quad \text{VI)}$$

Nun folgt aber aus Gleichung III und 1

$$\boldsymbol{b = 4r - a = \frac{4}{3}s - a} \quad \ldots\ldots \quad 3)$$

Benutzt man den ersten Wert, um b aus Gleichung VI zu eliminieren, so erhält man

$$\varphi = \frac{3(4r-a)^2 - a(4r-a)}{3a^2 - a(4r-a)}$$
$$\varphi = \frac{3(16r^2 - 8ar + a^2) - 4ar + a^2}{3a^2 - 4ar + a^2}.$$

Zieht man den Nenner zusammen und multipliziert man mit ihm die Gleichung, so folgt

$$\varphi(4a^2 - 4ar) = 48r^2 - 24ar + 3a^2 - 4ar + a^2$$
$$4a^2\varphi - 4ar\varphi = 48r^2 - 28ar + 4a^2.$$

Dividiert man die Gleichung durch 4 und ordnet man die Glieder, so erhält man

$$a^2\varphi - a^2 - ar\varphi + 7ar - 12r^2 = 0$$
$$a^2(\varphi - 1) - ar(\varphi - 7) - 12r^2 = 0$$
$$a^2 - ar\frac{\varphi - 7}{\varphi - 1} - \frac{12r^2}{\varphi - 1} = 0$$
$$a = \frac{r}{2}\,\frac{\varphi - 7}{\varphi - 1} \pm \sqrt{\frac{r^2(\varphi-7)^2}{4(\varphi-1)^2} + \frac{48r^2(\varphi-1)}{4.(\varphi-1)^2}}$$
$$a = \frac{r(\varphi-7) \pm r\sqrt{(\varphi-7)^2 + 48(\varphi-1)}}{2(\varphi-1)}$$
$$a = \frac{r}{2}\,\frac{\varphi - 7 \pm \sqrt{(\varphi-7)^2 + 48(\varphi-1)}}{\varphi - 1}$$
$$a = \frac{r}{2}\,\frac{\varphi - 7 \pm \sqrt{\varphi^2 + 34\varphi + 1}}{\varphi - 1} \quad \ldots \quad \text{VII)}$$

Berücksichtigt man, dass φ stets kleiner als 1 ist und dass von den Vorzeichen der Wurzel nur das obere brauchbare Resultate liefert, so erhält man aus Gleichung VII, wenn man Zähler und Nenner der rechten Seite mit -1 multipliziert die Form:

$$\boldsymbol{a = \frac{r}{2}\,\frac{7 - \varphi - \sqrt{\varphi^2 + 34\varphi + 1}}{1 - \varphi}} \quad \ldots \quad 4)$$

Sind für ein zu konstruierendes Räderpaar die Achsenentfernung s und das Verhältnis φ der Winkelgeschwindigkeiten gegeben, so kann die Berechnung der Bestimmungsstücke r, e, a und b ohne weiteres nach den Formeln 1, 2, 3 und 4 erfolgen; soll dagegen für ein gegebenes Getriebe der Wert φ bestimmt werden, so kann man Gleichung V oder VI benutzen. Die entwickelten Gleichungen genügen aber auch zur Berechnung des Getriebes unter anderen Bedingungen.

Der Entwurf des Getriebes bietet sonach keine besonderen Schwierigkeiten; um die Anwendung der Formeln zu zeigen, sei hier der gewöhnlichste Fall, in dem s und φ gegeben sind, als Beispiel gewählt.

Es sollen die Dimensionen der beiden Räder für eine Achsenentfernung $s = 360$ mm und ein Verhältnis der Winkelgeschwindigkeiten $\varphi = 0{,}4$ bestimmt werden.

Der Halbmesser des Kreisrades folgt unmittelbar aus Gleichung 1

$$r = \frac{s}{3} = \frac{360}{3} = 120 \text{ mm}.$$

Aus Gleichung 4 berechnet sich dann die grosse Halbachse der Hilfsellipse

$$a = \frac{r}{2}\,\frac{7 - \varphi - \sqrt{\varphi^2 + 34 + 1}}{1 - \varphi}$$
$$a = \frac{120}{2}\,\frac{7 - 0{,}4 - \sqrt{0{,}4^2 + 34\,.\,0{,}4 + 1}}{1 - 0{,}4} = 276 \text{ mm}.$$

Nach Gleichung 3 berechnet sich die entsprechende kleine Halbachse der Hilfsellipse zu

$$b = 4r - a = 4\,.\,120 - 276 = 204 \text{ mm}.$$

Schliesslich ergibt auch Gleichung 2 die Exzentrizität zu

$$e = \frac{a-b}{2} = \frac{276 - 204}{2} = 36 \text{ mm}.$$

Es würde daher $e = 0{,}3\,r$ sein. Die für die Konstruktion notwendigen Grössen sind daher:

$s = 360$ mm,
$r = 120$ mm,
$e = 36$ mm,
$a = 276$ mm,
$b = 204$ mm.

Mit diesen Werten hätte man dann die in Fig. 2 dargestellte Konstruktion zur Ermittelung des Teilrisses des Rades *II* vorzunehmen.

Die Verzahnung kann wie bei den elliptischen Rädern erfolgen; man setzt die Mittellinie des Zahnprofiles stets normal zum Teilriss. Die Zahnform wird ermittelt, indem man die Teilrisse wie die Teilkreise gewöhnlicher Kreisräder behandelt.

Verwendung können diese Räder z. B. finden, um bei Benutzung eines gewöhnlichen Schubkurbelgetriebes dem Schlitten für den grössten Teil des Hubes eine nahezu gleichbleibende Geschwindigkeit zu erteilen, indem man den Totlagen der Kurbel die grösste Winkelgeschwindigkeit, den Mittellagen der Kurbel dagegen die kleinste Winkelgeschwindigkeit zuweist.

Ueber die zweckmässigste Anbringung der Rettungsboote an Bord der Passagierdampfer.

Seit jeher und namentlich auch wieder bei den im Laufe der letzten Jahre infolge von Zusammenstössen stattgehabten entsetzlichen Schiffskatastrophen haben sich die auf den Passagierdampfern in Anwendung stehenden Sicherungsvorkehrungen in wirklich grauenhafter Weise unzulänglich erwiesen. Dieselben lassen nicht nur was die Verhütung und Abwendung der gefährlichsten Verkehrsunfälle anbelangt, noch immer alles zu wünschen übrig, wie an dieser Stelle (vgl. *D. p. J.* 1900 **315** 113) erst unlängst des näheren in Erwägung gezogen wurde, sondern sie sind auch, insoweit sie lediglich als Rettungsmittel nach eingetretenen Unfällen dienen sollen, von sehr fragwürdigem Werte, weil ihre rechtzeitige, erfolgreiche Benutzung innerhalb der oft so verhängnisvoll kurzen Frist vor dem Untergange des Schiffes zufolge der in solchen Augenblicken schwerster Gefahr stets platzgreifenden Ratlosigkeit und Bestürzung der Reisenden ausserordentlich erschwert, in der Regel aber überhaupt unmöglich gemacht wird.

Fregattenkapitän *A. Banaré* hat diese Sachlage unlängst in den *Annales hydrographiques* einer sehr dankenswerten, eingehenden Prüfung unterzogen und sich bei dieser Gelegenheit insbesondere mit der Frage jener Durchführungen beschäftigt, welche in solchen Fällen, wo das Schiff unverzüglich verlassen werden muss, ein Gelingen des Rettungswerkes, wenn auch nicht verbürgen, so doch erhoffen lassen würden. In dieser Beziehung schlägt der Genannte vor, jeden grossen Passagierdampfer mit zwei angemessen geräumigen, unversinkbaren Rettungsbooten zu versehen, welche aber abweichend von der bisherigen Gepflogenheit derart untergebracht sein sollen, dass sie stets sämtlichen am Schiffe befindlichen Personen zugängig sind; auch sollen diese Boote — und das ist eben die zweitwichtigste Bedingung — eine Verstauung erhalten, welche sich bei einem allfälligen Sinken des Schiffes selbstthätig löst. Um die von ihm erdachte Anordnung an einem konkreten Beispiele zu erläutern, benutzte Kapitän *Banaré* die Konstruktion und Ausmasse eines der bedeutendsten, modernen Passagierdampfer dafür als Unterlage, nämlich jene des in Bd. 315, S. 1 ff. ausführlich beschriebenen, auf der transatlantischen Linie des *Norddeutschen Lloyds* verkehrenden „*Kaiser Wilhelm der Grosse*“, dessen Gesamtlänge 197,70 m und dessen Breite 21 m beträgt. Gemäss dieser Voraussetzung sollte das am vorderen Ende des Passagierdampfers (Fig. 1 und 2) auf dem Oberdeck anzubringende Rettungsboot eine Länge von 25 m, eine äusserste äussere Breite von 7 m und eine äusserste lichte Weite von 6 m erhalten; das zweite würde am Hinterteile des Oberdeckes aufzustellen sein und etwa dieselben Breitenabmessungen haben wie das erste, aber um 5 m länger sein als dieses. Der Rumpf beider Rettungsboote wäre aus einem Stahlgerippe mit Stahlblechverkleidung so leicht als möglich herzustellen und sollte durch zwei Längswände a_1 und a_2 (Fig. 2), sowie zwei Querwände m_1 und m_2 in fünf wasserdichte Luftkammern geteilt und auf diese Weise unversinkbar gemacht sein. Durch den Umstand, dass die Boote auf dem Oberdeck ihren Platz haben, sind sie leicht von sämtlichen Insassen des Schiffes erreichbar, zugleich ist hierdurch den Booten die Möglichkeit verbürgt, im Falle als der Dampfer zum Sinken käme, sich aus ihrer wiegenförmigen Schwebeaufhängung selbstthätig loszulösen, sobald sie das Wasser erreicht. Jedes dieser beiden Boote könnte im Minimum 600 Personen aufnehmen.

Fig. 1.

Fig. 2. Anbringung der Rettungsboote nach Banaré.

b Rettungsboote. *c* Rückwärtiger Teil des Verdecks. c_1 Vorderteil des Verdecks. *d* Ankerspille. *e* Kommandobrücke. *f* Schranken des Promenadedecks.

Nachdem Kapitän *Banaré* in seinen oben angezogenen Darlegungen, aus denen hier in aller Kürze lediglich nur das Grundsätzliche entnommen wird, die Abänderungen und Neugestaltungen, welche die Einbeziehung der beiden grossen Rettungsboote in die Verdeckeinrichtung der Passagierdampfer mit sich bringen würde, bis in die kleinsten Einzelheiten genau angibt, geht er die hauptsächlichsten, von seiten hervorragender Fachleute gegen sein Projekt erhobenen Bedenken der Reihe nach gewissenhaft durch. So stellt er beispielsweise bei der Prüfung der Frage über die Zunahme der Belastung, welche die Einführung von zwei Rettungsbooten der in Rede stehenden Anordnung zu bedeuten hätte, rechnungsmässig fest, dass das Gewicht derselben sich nicht ganz auf 153 t belaufen würde. Zieht man hiervon das Gewicht derjenigen Teile und Einrichtungen des Dampfers ab, die durch die neue Einrichtung überflüssig würden, so vermindert sich die thatsächliche Gewichtszunahme auf nahezu die Hälfte, eine Mehrbelastung, deren Berücksichtigung für die mit dem Baue neuer Passagierdampfer betrauten Ingenieuren keine ernstlichen

Schwierigkeiten mehr darbietet. Ebenso weist Kapitän *Banaré* andere Befürchtungen als ungerechtfertigt zurück, die sich auf die Beseitigung der allgemein am Vorderteil der Dampfer angebrachten schildförmigen Bedachung bezogen, gleichwie die Bedenken, welche von manchen Seiten gegen das Prinzip an sich erhoben wurden, dass die Auslösung der Rettungsboote erst im Augenblicke des Schiffsunterganges erfolge. Was ferner den Bau solcher neuer Passagierdampfer betrifft, welche gemäss staatlicher Bestimmungen für den Kriegsfall als Gefechtsschiffe sowohl für Angriff als für Verteidigung verwendbar und deshalb zur Aufnahme von Schnellfeuergeschützen geeignet sein müssen, so würden auch diesbezüglich durch die Anbringung der vorgeschlagenen grossen Rettungsboote keine ernstlichen Schwierigkeiten erwachsen; im Gegenteil könnten diese Boote im Kriegsfalle für die Durchführung von Landungen ganz besonders vorteilhaft ausgenutzt werden. Weiters gibt der Erfinder eingehend alle weiteren marinetechnischen und administrativen Verhältnisse an, welche für die Einrichtung massgebend sind und daher unbedingt Beachtung zu finden haben, sowohl bezüglich des Baues, als des einzuschiffenden Materials, der Lebensmittel, der sonstigen Rettungsvorkehrungen u. s. w. Das Gewicht dieses Materials zu dem von 600 Personen hinzugezählt, würde 46 bis 48 t nicht übersteigen; der Tiefgang der Boote würde gegen 0,70 bis 0,80 m betragen. Die grosse Stabilität in der Form der Boote würde die minder grosse Stabilität in der Belastung derselben ausgleichen.

Kapitän *Banaré* liefert in den *Annales hydrographiques* endlich auch eine interessante Zusammenstellung aller jener Verhaltungsmassregeln, die im Ernstfalle einer Rettungsaktion beobachtet werden müssen, und deren Durchführung durch eigene, gedruckte Vorschriften zu unterstützen wäre, die in allen Räumen des Dampfers angeschlagen werden und jedem Manne der Besatzung sowie jedem Passagier genau den Punkt bezeichnen, wohin sie sich auf ein bestimmtes, aussergewöhnliches Signal des Schiffskommandeurs zu begeben haben.

Ueber zwei andere, denselben Erwägungen entsprungene, aber auf wesentlich kleinere, einfachere Verhältnisse sich beziehende, einschlägige Erfindungen, wovon die eine von *Mallory*, die andere von *Bradford Leslie* herrührt, machte in der letzten Sitzung der *American Society of naval Architects and Engineers* eines der Mitglieder dieses Vereines, Herr *John Hyslop*, nachstehende Mitteilungen: In diesen beiden Fällen handelte es sich lediglich um eine besonders zweckmässige, scharnierartige Anordnung jener Bogenträger, an denen die Rettungsboote für gewöhnlich auf Flaschenzügen oder sonstigem Rollenwerke aufgehängt und festgetaut sind.

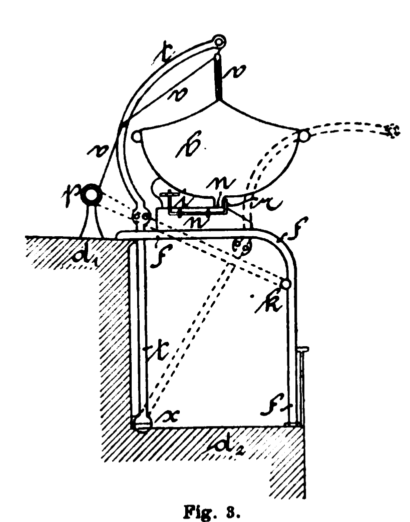


Fig. 3.
Anordnung nach Mallory.

Nach dem Vorschlag *Mallory*'s sollen die Boote in hergebrachter Weise am Oberdeck d_1 (Fig. 3), und zwar innerhalb des Schiffes, jedoch stets auf der Meeresseite desselben auf mindestens zwei Bogenträgern t aufgehängt sein, wie es die Zeichnung ersehen lässt; dabei wäre das Boot b auf der dem Schiffe zugekehrten Hälfte durch einen Unterlagskeil w zu stützen, derart, dass es einerseits durch die Vertauung v, andererseits durch w und einen nach aufwärts gestellten Riegel r festgehalten wird, welch letzterer hinter dem Kielbaum des Bootes oder einem eigens für diesen Zweck am Kiel angebrachten Backen n vorgelegt ist, und diesen an dem entsprechend abgesetzten Unterlagskeil w anpresst. Auf diese Weise würde die feste Verstauung der Rettungsboote selbst bei stürmischem Seegang genügend gesichert sein. Die Träger t sind nicht an den Schiffswanten direkt festgemacht, sondern im Niveau des Mitteldeckpassage d_2 bei x in Gelenken angebracht. Tritt nun die Notwendigkeit ein, das Rettungsboot auszusetzen, so wird einfach nach Wegnahme des Splintes, welcher normal die senkrechte Lage der Riegelhandhabe i sichert, letztere um 90° nach rechts gedreht und dadurch der Riegel r beseitigt bezw. der Verstauungsverschluss am Bootekiel geöffnet. Das bei n freigewordene Boot strebt nunmehr vermöge seines Eigengewichtes der See entgegen, so dass bei gleichzeitiger Lüftung der Vertauung die Bogenträger im Gelenk mitbewegt werden und, wie es mit gestrichelten Linien in Fig. 3 angedeutet erscheint, sich gleich der Speiche eines Rades nach aussen drehen, bis das Boot im Wasser eintrifft oder auch bis die Träger t im Niveau der Mitteldecks d_2 eingelangt sind. Bei dieser Drehung laufen die Träger t in Führungen f, welche aus je zwei parallelen, 5 cm weit voneinander abstehenden, in senkrechter Ebene liegenden Winkelblechen gebildet werden. Letztere, zwischen welchen also der Träger t seinen Weg nimmt, sind um 90° abgebogen und mit ihren Enden am Oberdeck sowie am Mitteldeck stark befestigt. Ueber die weiteren Einzelnheiten der Konstruktion sowohl als namentlich über die Ausführungsweise der Einschiffung ist in unserer bezüglichen Quelle, *Revue universelle* S. 305 ff., keine weitere Angabe gemacht, wohl aber über einen Verbesserungsvorschlag, welcher seitens des Vortragenden *Hyslop* seinen Erläuterungen der soeben geschilderten Anordnung beigefügt worden ist. Der Genannte meint nämlich, damit die Vorrichtung ihrem Zwecke vollkommen entsprechen könne, sei die Vertauung jedes Rettungsbootes am Schiffe nicht durch die Vermittelung von Rollen oder Flaschenzügen zu bewerkstelligen, sondern die Tauenden seien an einem parallel zur Schiffswand angeordneten Wellbaum p zu befestigen und aufzuwickeln, dessen Hemmung sich durch die auf- oder abwärts gerichtete Bewegung einer Bremskurbel k vornehmen bezw. aufheben lässt. Das Aussetzen der Boote ginge dann um so rascher und sicherer vor sich, weil das ganze Niederkippen der Bogenträger nebst dem Boote, sobald der Verstauungsriegel r umgelegt worden ist, mit einer einzigen Hand durch Anwendung der Bremskurbel k ganz nach Bedarf geregelt werden kann. Durch ein etwa am zweiten Wellbaumende angebrachtes Speichenrad liesse sich natürlich bei der gedachten Ausführung ebenso leicht auch das Einholen oder Halbhissen des Bootes bewerkstelligen.

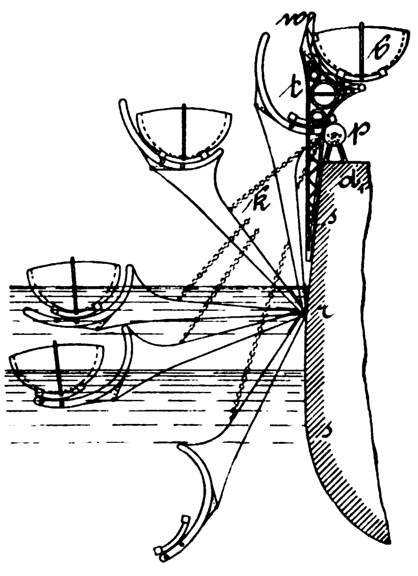


Fig. 4.
Anordnung nach Bradford Leslie.

Während die *Mallory-Hyslop*'sche Konstruktion eine zwar gewöhnliche, aber doch ganz bestimmte Deckform des Schiffes voraussetzt, nämlich jene, bei welcher ein gegen das Mitteldeck zurückspringendes Oberdeck vorhanden ist, steht die Anordnung von *Bradford Leslie* (Fig. 4) lediglich von der Schiffswand in Abhängigkeit. Die erste Besonderheit der Vorrichtung besteht in der völligen Abwesenheit einer Vertauung zum Festhalten des Bootes, indem nämlich letzteres auf eine Art von Schlittenwiegen getragen und festgehalten wird, welche auf dem entsprechend gekrümmten Kopfenden der Bootsträger t mittels übergreifender Bügel gleiten können. Jeder Träger t besteht aus einem Fachwerk von Winkelblechen, dessen Hauptgurt mit seitlich vorstehenden Backen in einer an der Schiffswand s befestigten, gleichfalls aus zwei Winkelblechen bestehenden

Führung läuft. In dieser Führung werden die Träger jedes Bootes mittels Ketten, die auf ein Spill *p* aufgewunden sind, entsprechend hoch gehoben, so dass das Boot *b* seine angemessene Normallage über Deckhöhe erhält. Soll das Boot ausgesetzt werden, so wird die Sperre der Winde *p* gelöst und letztere langsam zurückgedreht, demzufolge die Träger *t*, angetrieben durch das Eigengewicht und die Last des Bootes zuvörderst in ihren Führungen an der Schiffswand *s* entlang, nach abwärts gleiten, bis das untere stählerne Trägerende in den Zahnausschnitt eines an der Schiffswand angebrachten, kleinen aber starken Triebrädchens *r* eintritt und den bisherigen Weg nicht mehr weiter fortsetzen kann. Da aber bei Erreichung der eben erwähnten, tiefsten Lage von *t* gleichzeitig die Gurtbacken des Trägers aus den Führungen schlüpfen, so wird nunmehr bei weiterem Abwinden die Kette *k* ein successives Kippen des Trägers erfolgen, so lange, bis das Boot ins Wasser gelangt und sich selbstthätig von den Wiegen loslöst. Die verschiedenen Phasen dieses Vorganges sind in Fig. 4 sehr anschaulich dargestellt; leider gibt aber *Hyslop* auch hinsichtlich der engeren Einzelnheiten der *Bradford-Leslie*'schen Anordnung nichts Näheres an, sondern beschränkt sich darauf hinzuweisen, dass dieselbe, ein pünktliches gehöriges Zusammenwirken aller Teile vorausgesetzt, allerdings vorzügliche Dienste leisten könnte; sie besitze jedoch ausschliesslich nur für jene verzweifelnden Fälle eine günstige Verwendung, in welchen auf ein späteres Einholen der Boote nicht mehr gerechnet wird. Wie sich nämlich mit der in Rede stehenden Einrichtung das Einholen eines Bootes bewerkstelligen liesse, ist nicht zu erkennen, wenn auch die Rückstellung der Träger *t* in ihre Normallage durch das Aufwinden der Kette *k* zweifellos möglich ist.

Zu den vorstehenden Vorführungen wäre schliesslich noch zu erwähnen, dass derzeit von einer der bedeutendsten englischen Schiffahrtsgesellschaften eine grössere Anzahl Fahrzeuge mit Rettungsbooten ausgestattet wird, welche sich durch eine besondere, von einem Schiffskapitän in *Dover* angegebenen Vorrichtung zum leichten und sicheren Aussetzen wie Einholen auszeichnen soll, und dass wir hoffen, demnächst auch darüber Näheres berichten zu können.

Neuere Ringöfen der keramischen Industrie.

Die keramische Industrie hat, angeregt durch den blühenden Aufschwung, den sie in den letzten Jahren genommen hat, auch in Bezug auf die weitere Ausbildung ihrer Betriebseinrichtungen mit den übrigen Zweigen der Industrie gleichen Fortschritt gehalten. Dieser Fortschritt hat sich nicht nur auf die Verbesserung von Maschinen und Werkzeugen, sondern auch auf die Weiterausbildung der Brennöfen, besonders der Ringöfen, erstreckt. Von ersteren seien hier nur der Thonreiniger von *Gutsche* in Grätz, die Bewässerungsvorrichtungen für Mundstücke von *Möbius* in Hannover und *Clark* in Oak Alyn, der Nasskollergang des *Jakobiwerks* in Meissen, die Strangpressen von *Sims* in Montreal und *Griesemann* in Magdeburg, die Abschneidevorrichtungen von *Barraud* in Bussigny und *Möbius* in Hannover, die Steinpressen von *Saint Hubert* in Orp le Grand und von *Omohundro* in Chicago erwähnt. Sie werden an anderer Stelle ihre Besprechung und Würdigung finden. Uns sollen hier nur die Verbesserungen von Ringöfen beschäftigen.

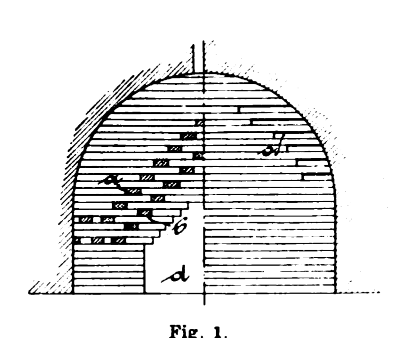


Fig. 1.
Heizwand für Ringöfen von Haedrich.

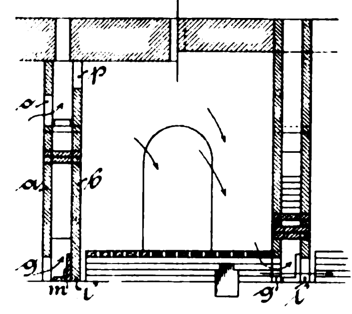


Fig. 2.

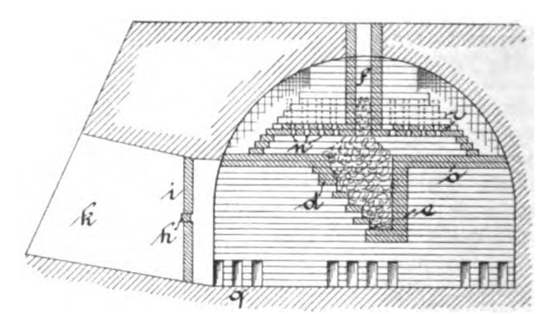


Fig. 3.
Haedrich's Generatorfeuerung.

Bei der Konstruktion neuer Ringöfen macht sich entsprechend der erhöhten Nachfrage in erster Linie das Bestreben bemerkbar, die Leistungsfähigkeit der Oefen zu erhöhen und damit zugleich eine Verbilligung des Betriebes zu erzielen. Weitere Ausbildung haben die Feuerungsanlagen der Oefen und die Wärmeausnutzung in ihnen erfahren. Der zu betrachtende Stoff lässt sich am besten ordnen, wenn man nacheinander betrachtet:

1. die Abänderung von Feuerungen an Ringöfen;
2. besondere Einrichtungen an und in Ringöfen;
3. Neuerungen an versenkten Ringöfen;
4. Ringöfen mit abnehmbarer Decke;
5. Ringöfen mit zwei oder mehreren Stockwerken.

B. Haedrich in Eilenburg hat eine früher von ihm vorgeschlagene Konstruktion einer Heizwand für Ringöfen, welche sich über die ganze Kammerbreite erstreckte, und mit einem doppelt geneigten Treppenroste, sowie mit einem Luftzuführungskanal *d* (Fig. 1) und Gasabführungsöffnungen *o* versehen war, verbessert. Es lag ihm daran, das Hindurchfallen von Brennmaterial nach der Ofensohle, wo es der Verbrennung entging, zu verhindern. Zu diesem Zwecke stellt er den Rost als Doppelrost derart dar, dass immer die vordere Kante einer oberen Stufe senkrecht über der hinteren Kante der nächstfolgenden unteren Stufe liegt. Das über die hintere Kante einer oberen Stufe *a* fallende Brennmaterial wird stets von einer der unteren Stufen *b* aufgefangen und gelangt dort zur weiteren Verbrennung, während die Luft genug Gelegenheit hat, sowohl zu dem unteren als auch zu dem oberen Roste zu treten. Die entwickelten Heizgase ziehen durch die Oeffnungen *o* nach den Kammern.

Eine weitere Verbesserung stellt *Haedrich*'s Generatorfeuerung nach den Fig. 2 und 3 dar. Es handelt sich um eine Feuerungsanlage, welche, wie der Erbauer sich ausdrückt, die Vorzüge der Gasfeuerung mit denen der direkten Feuerung verbinden soll. Zu diesem Zwecke ist der Brennkanal wiederum durch Heizwände in einzelne Kammern geteilt, deren jede mit einer eigenartig ausgebildeten Generatorfeuerung versehen ist. Fig. 3 zeigt eine solche Heizwand, bei welcher der Deutlichkeit wegen die hintere Mauer *a* nicht dargestellt ist, Fig. 2 einen vertikalen

Schnitt durch die Brennkammer mit den beiden benachbarten Heizwänden.

Die eigentliche Heizwand wird gebildet von zwei Mauern *a* und *b*, welche, zwischen sich einen entsprechenden Raum frei lassend, quer in den Heizkanal eingebaut sind. Fig. 3 zeigt ungefähr in halber Höhe des Brennkanals eine horizontale Querwand *c* zwischen den Wänden *a* und *b*, in deren Mitte sich die Generatorfeuerung befindet, welche durch den Schrägrost *d* und die vertikale Wand *e* gebildet wird. Die Zuführung des Brennmaterials erfolgt durch den senkrechten Schacht *f*, welcher so tief geführt ist, dass die Kohle direkt in den abgeschlossenen Generator gelangt, wodurch verhindert wird, dass Kohle- und Ascheteilchen in die Ware gelangen.

Die Verbrennungsluft für den Generator kann durch die an der Sohle des Ofens in der Wand *a* angebrachten Oeffnungen *g* zutreten. Ebenso kann noch von der Seite her frische Verbrennungsluft durch verschliessbare Oeffnungen *h* zugeleitet werden, die sich in den Platten *i* (Fig. 3) befinden. Letztere dienen zum Verschluss der im Ofengewölbe zur Bedienung des Rostes vorgesehenen Zutrittsöffnungen *k*. Auch in der Wand *b* sind über der Sohle des Ofens Oeffnungen *l* vorgesehen, welche durch Chamotteschieber *m* verschliessbar sind, und das direkte Durchströmen der Heizgase aus der einen in die andere Kammer an der Sohle des Ofens gestatten.

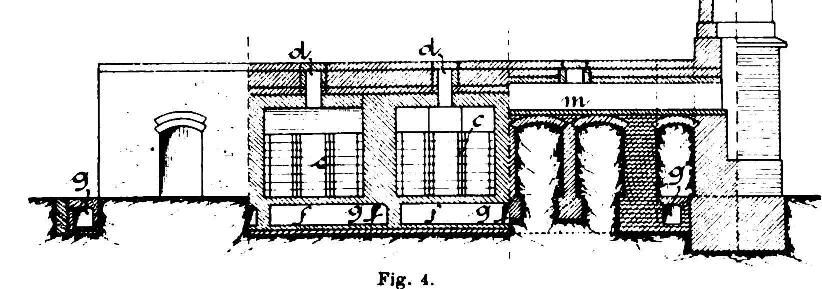


Fig. 4.
Feuerungen mit senkrecht stehenden Rosten von Rotten.

Die auf dem Roste entwickelten Gase steigen durch die Oeffnungen *n* auf, treffen mit der Verbrennungsluft zusammen, die hoch erhitzt aus der benachbarten, bereits abgebrannten Kammer durch die Oeffnungen *o* zuströmt, und entwickeln bei der Verbrennung eine heisse Flamme, welche durch die Oeffnungen *p* der Wand *b* unter der Ofendecke in die Kammer gelangt und das Brenngut von oben nach unten durchzieht. Der Abzug erfolgt durch die Oeffnungen *g l* nach der nächsten Kammer. In dieser werden die Gase zur Vorerhitzung des Brennguts benutzt oder auch durch die Sohlkanäle *q* in weiter liegende Kammern geleitet.

Ueber den Oeffnungen *n* sind Schieber *r* vorgesehen, mittels welcher von Oeffnungen im Gewölbe aus der Gasdurchtritt geregelt wird.

Die beschriebene Feuerungsanlage eignet sich sehr wohl zur Erzeugung höherer Temperaturen im Brennraume. Durch die geeignete Anlage des Füllschachtes wird das Mitreissen von Flugasche verhindert oder doch sehr beschränkt. Mithin bietet eine solche Anlage, wenn sie richtig bedient wird, dieselben oder annähernd dieselben Vorteile, wie eine besondere Generatoranlage ausserhalb des Ofens, aus welcher das Brenngas durch besondere Kanäle nach der Brennkammer geleitet wird. Die Abkühlung der Heizgase und die Bildung von Kondensationsprodukten, wie sie bei der Leitung des Gases auf einem langen Wege auftreten, fallen hier fort.

M. Rotten in Berlin ordnet an zwei einander gegenüberliegenden Kammerwänden Feuerungen mit senkrecht stehenden Rosten an, auf denen nicht nur eine lebhafte Verbrennung stattfindet, weil die Luft reichlichen Zutritt zum Feuerungsmaterial hat, sondern auch der Asche Gelegenheit zum Herabsinken nach den Aschenfällen, der Kohle zum Nachsinken nach den Rosten gegeben ist. Durch die Führung der Feuer- und Schmauchgase nach der Mitte der Kammer wird zugleich erreicht, dass die Flamme das Brenngut in der günstigsten Weise durchstreicht, und ein Hinweggehen derselben vermieden, das Brennmaterial also am besten ausgenutzt wird.

Fig. 4 stellt einen Längsschnitt, Fig. 5 einen Querschnitt, Fig. 6 einen Grundriss eines Ofens mit einer derartigen Feuerung dar. Die Kammern *a*, in welchen die zu brennenden Gegenstände aufgestellt werden, enthalten in ihren Wänden Feuerungen *b*, welche mit vertikal angeordneten Rosten *c* ausgestattet sind. Die Verbrennungsluft wird durch die Oeffnungen *d* von oben eingeführt und tritt zunächst in eine in der Mitte der Kammer aufgestellte, oben offene Kapsel *e* ein, welche in den Seitenwandungen Schlitze enthält. Sie gelangt dann nacheinander in die Kanäle *f g h i* und tritt durch Oeffnungen *k* unter die Roste, wo sie die auf denselben aufgeschüttete Kohle in Glut versetzt. Jede Kammer besitzt einander gegenüberliegend zwei Reihen derartiger Feuerungen. Die Heizgase ziehen zur Mitte der Kammer und fallen durch die Kapsel *e* nach dem Kanal *f* nieder, von welchem sie zu beliebiger Verwendung weiter geführt werden. Die letzten Abgase gelangen durch das Aufsatzrohr *l* nach dem Fuchse *m*.

Von *Max Ehricht* in Bad Schmiedeberg, Bezirk Halle a. S., rührt ein Kammerofen mit Heizschächten her, bei welchem die letzteren schräg nach unten geführt und zwischen ihnen regulierbare Luftzuleitungskanäle angeordnet sind. Fig. 7 stellt den Querschnitt eines mit dieser Feuerungseinrichtung ausgestatteten Brennofens mit unter den Brennkammern angelegten Abzugskanälen, Fig. 8 einen solchen mit über den Brennkammern angeordneten Abzugskanälen, Fig. 9 einen teilweisen Horizontalschnitt

Fig. 5.

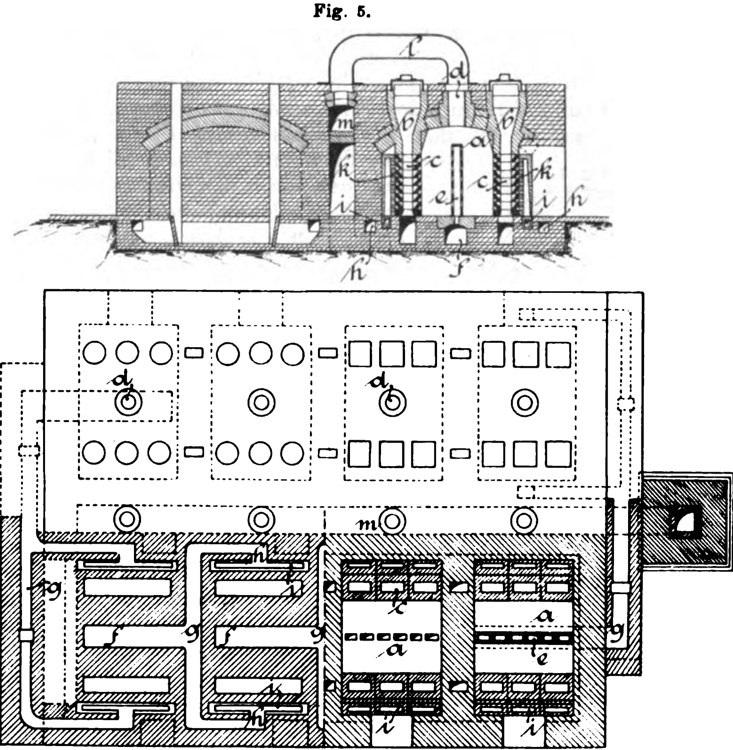


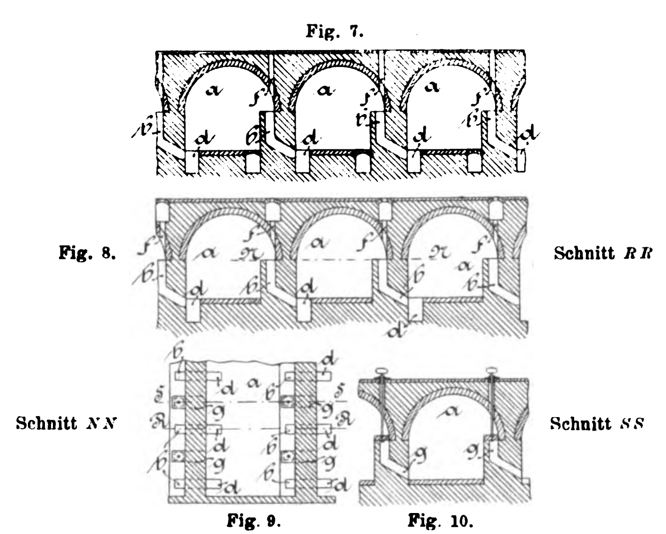
Fig. 6.
Feuerungen mit senkrecht stehenden Rosten von Rotten.

von Fig. 8, Fig. 10 einen Schnitt nach Linie *S* bis *S* von Fig. 9 dar.

In die Brennkammern *a* sind Heizschächte *b* derart eingebaut, dass durch dieselben je zwei benachbarte Kammern *a* miteinander in Verbindung stehen. Die Heizschächte *b* sind nach unten hin schräg durch die Zwischenwand geführt. Die Neigung richtet sich nach dem zur Verwendung gelangenden Brennstoffe. Der vertikale Teil

des Heizschachtes dient als Füll-, der schräge Teil als eigentlicher Brennschacht. Letzterer mündet in eine Aschengrube *d*.

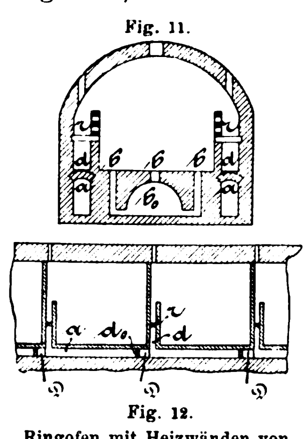
Zwischen je zwei Heizschächten sind ausserdem Kanäle *g* angeordnet, durch welche die in der vorhergehenden Kam-



Kammerofen mit Heizschächten von Ehricht.

mer *a* befindliche heisse Luft in die nächste Brennkammer geführt werden kann (Fig. 9 und 10). Diese Kanäle *g* sollen auch die Zuführung von Verbrennungsluft ermöglichen, wenn ein Teil der Heizschächte *b* verstopft ist, und die Gefahr besteht, dass den Heizschächten der in Brand befindlichen folgenden Kammer zu wenig Luft zugeleitet wird.

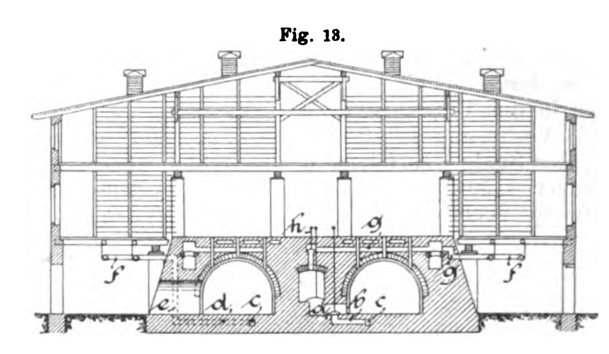
In Ringöfen mit Heizwänden legt *H. Diesener* in Charlottenburg, um die einzelnen Kammern nach Bedarf bequem ausschalten zu können, unter den Feuerungen den in sich geschlossenen Kanal *a* an, welcher durch Oeffnungen *o* mit den Feuerungen und durch Kanal *d* mit den Abzugskanälen b_0 der Kammern in Verbindung steht. In den Fig. 11 und 12 sind sowohl Oefen mit Heizwänden dargestellt, welche an den Längswänden des Ofens angeordnet sind, als auch solche, die quer durch den Ofen gehen. Durch Einlegung von Schiebern d_0 in den Kanal ist man in der Lage, den Zug der Feuer- und Schmauchgase entweder durch die Oeffnungen *b* in die Kammer hinein und von ihr durch Kanal *D* nach Kanal *a* oder durch den Kanal *a* und den Verteilungsraum *d* unter die Roste und dann in die Kammer zu leiten. Will man einzelne Kammern ausschalten, dann öffnet man die zugehörigen Schieber und bewirkt dadurch, dass unter dem Einfluss des Essenzuges die zu bewegenden Gase ihren kürzesten Weg durch den Kanal *a* nehmen, ohne in die ausgeschalteten Kammern einzutreten.

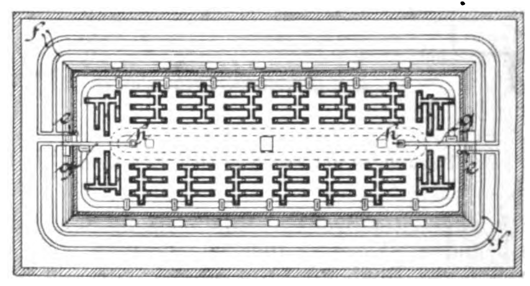


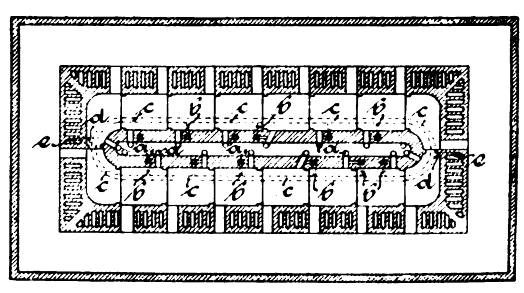
Ringofen mit Heizwänden von Diesener.

Der Ziegelofen von *Otto Hertrampf* in Breslau bezweckt die weitere Nutzbarmachung von Rauch- und Schmauchgasen zum Vortrocknen des rohen Brennguts, welches in Trockenanlagen über dem Ofen aufgestapelt ist. Zu diesem Zwecke ist der in den Fig. 13 bis 15 in einem Vertikal- und zwei Horizontalschnitten zur Anschauung gebrachte Ofen mit folgender Einrichtung ausgestattet. Neben den aus den Brennkammern in den Rauchsammler führenden Hauptfüchsen *a* sind Nebenfüchse a_1 angeordnet, welche durch Verbindungskanäle *b* in einen Hitzeleitungskanal *c* führen. Letzterer liegt unter der Herdsohle, läuft rings um den Ofen herum, und steht durch einen oder mehrere Verbindungskanäle *d* mit Vertikalschächten *e* und durch letztere mit Rohren *f* in Verbindung, die unter der Sohle der Trockenanlage angeordnet und durch einen Verbindungskanal *g* und ein Ventil *h* wiederum mit dem Rauchsammler verbunden sind.

Soll die Wärme einer Kammer zum Trocknen des Ziegelrohmaterials nutzbar gemacht werden, so wird der Hauptfuchs *a* dieser Kammer geschlossen und die Glocke des Nebenfuchses a_1 gezogen. Die Feuer- oder Schmauchgase ziehen dann in den Hitzeleitungskanal *c*, aus diesem in die Wärmeleitungsrohre *f*, beheizen diese und gelangen







Ziegelofen von Hertrampf.

durch den Verbindungskanal *g*, das Abzugsventil *h*, den Rauchsammler und den Schornstein ins Freie. Die Hitze der Rohrwandungen *f* teilt sich den oberen Trockenräumen mit, in welchen das Ziegelrohmaterial aufgestapelt ist.

Um jede Berührung des frisch eingesetzten Brennguts mit Schmauch- oder Feuergasen bis zur vollständigen Austrocknung desselben zu verhüten, ordnet *Moses Lipschütz* in Tarnau (Galizien) Kanäle an, in denen sich die Abhitze bewegt, und durch deren Wandungen sie ihre Wirkung auf das Brenngut ausübt. Durch diese Massnahme sollen durchaus reine Brennfarben erzielt werden.

Fig. 16 stellt einen nach den Ebenen *yy* und *zz* geführten Schnitt, Fig. 17 einen senkrechten Querschnitt des Ofens nach der Linie *xx* dar. *I* bis *XVI* sind die einzelnen, miteinander kommunizierenden, durch Schieber *S* voneinander absperrbaren Kammern. *c* ist der mit Einsteigeloch *d* versehene Rauchsammler.

Oberhalb der inneren Ofenwand *b* ist ein ringsum laufender Kanal *g* mit Absperrschiebern *h* angeordnet, welcher mittels der durch Schieber k_2 gegen denselben absperrbaren Zweigkanäle *i* und Oeffnungen *l* mit jeder einzelnen Kammer in Verbindung steht. Die Zweigkanäle *i* kommunizieren mit je einem senkrechten Kanale *m*, gegen welchen sie durch Schieber k_1 abzusperren sind. Die Kanäle *m* schliessen sich an schlangenartig gebogene Kanäle *n* an, welche unter der Ofensohle liegen. Letztere münden in den Rauchsammler.

Durch dieses Kanalsystem ist man in die Lage gesetzt, Hitze aus abgebrannten Kammern unter die Kammersohle zu leiten und die einzelnen Kammern nach Bedarf vorzuwärmen. Die Oeffnungen *l* der Kammern sind verschliessbar eingerichtet, um die Wärme nach Belieben entnehmen zu können.

Ausserdem ist noch durch die Verbindungskanäle *o*, welche durch Schieber *p* geregelt werden, eine direkte Verbindung zwischen dem unteren Teile der Kammern und den Kanälen *n* geschaffen, um die heissen Gase auch auf kürzerem Wege abzuleiten.

Fig. 17.

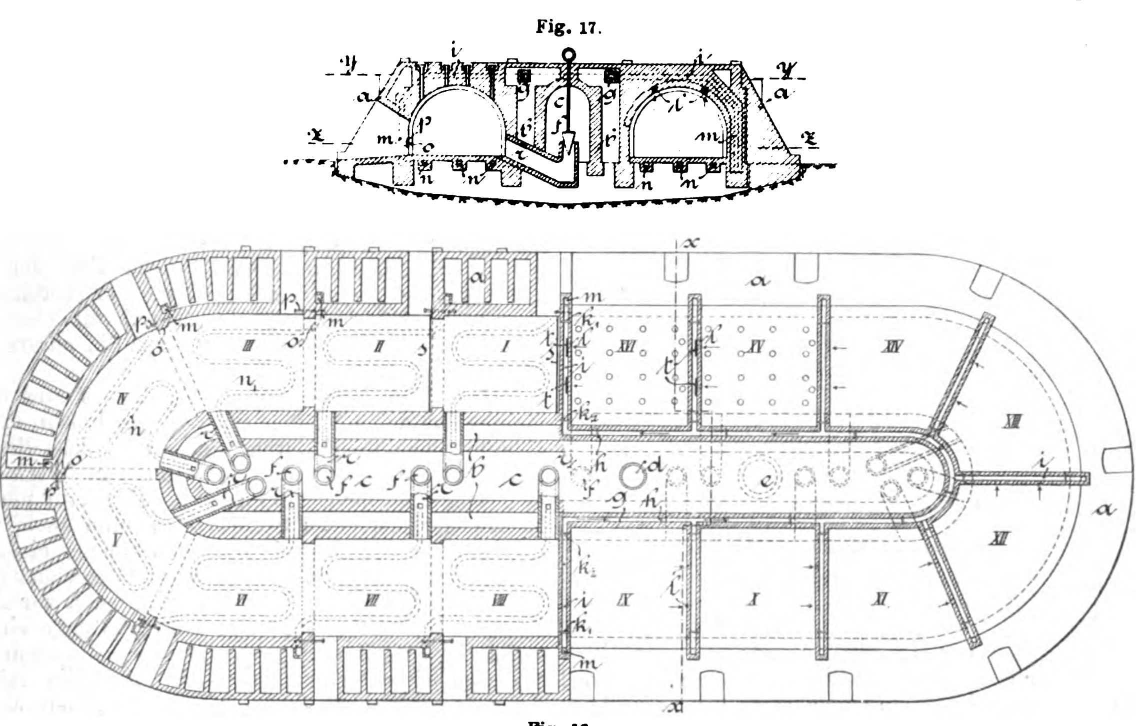


Fig. 16.
Ringofen von Lipschütz.

Die Regulierung des Luftzuges in den Kammern wird durch die Ventile *f* bewirkt.

Chr. Erfurth und Sohn in Teuchern führen in Ringöfen, um beliebig vorwärts und rückwärts schmauchen zu können, durchlochte Doppelschieber (Fig. 18) aus Metall oder anderen unverbrennlichen Stoffen ein, deren eine Wand unten Oeffnungen besitzt, welche durch eine zweite, mit der ersteren nicht starr verbundene, etwas niedrigere Wand nach Bedarf ganz oder teilweise geöffnet oder geschlossen werden können. Soll z. B. rückwärts geschmaucht werden, dann wird der Schieber in der Weise eingesetzt, dass die Luftlöcher des Schiebers dem Papierschieber, welcher die abziehenden Feuergase nach den vorzuschmauchenden Waren hin abschliesst, zugekehrt sind. Alsdann zieht man die zwischen Papierschieber und Doppelschieber befindlichen Rauchglocken und bewirkt dadurch, dass die in den oberen Teilen der abgebrannten, abkühlenden Kammern aufgespeicherte Wärme den unteren Teilen des zu schmauchenden Einsatzes zugeführt wird, womit zugleich eine schnellere Abkühlung des fertigen Brennguts erreicht wird.

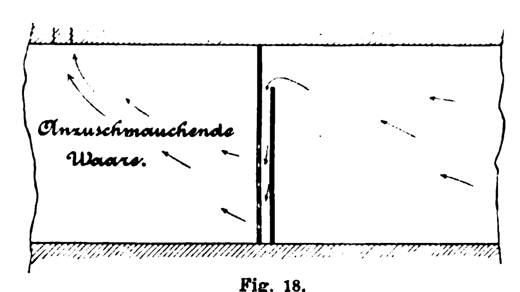


Fig. 18.
Doppelschieber zum Ringofen von Erfurth und Sohn.

Soll der Schieber dagegen zum Vorwärtsschmauchen verwendet werden, dann wird er zwischen Vorfeuer und Papierschieber in der Weise eingesetzt, dass der Vollschieber dem Vorfeuer zugekehrt ist. In diesem Falle werden die heissesten, oben abziehenden Feuergase nach unten gedrückt und so den zu schmauchenden Teilen des Einsatzes zugeführt.

Zur Erzeugung gleichmässigen Zuges in Ringöfen, besonders in solchen, die einen breiten Brennkanal besitzen, werden nach *Gebr. Baumann* in Altripp (Rheinpfalz) ausser den in der Mittelwand angeordneten Zügen *a* (Fig. 19 und 20), welche durch einen gemeinschaftlichen Abzugskanal *b* nach dem Schornstein *f* geleitet werden, auch in den Aussenwänden Züge *c* vorgesehen, die in einen besonderen, in der Aussenwand angelegten Abzugskanal *d* münden, welcher ebenfalls mit dem Schornstein *f* in Verbindung steht.

Die Züge *a* und *c* sind zu einander versetzt angeordnet. Jeder dieser Züge ist für sich genau zu regulieren.

Fig. 19.

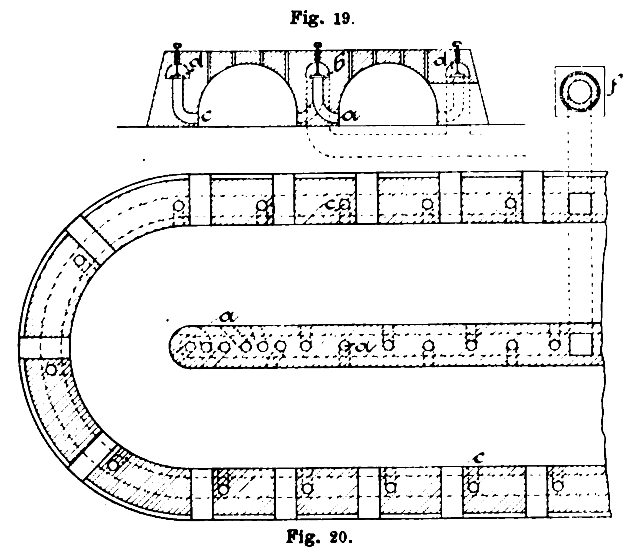


Fig. 20.
Ringofen von Baumann.

Dadurch ist man in der Lage, die Hitze im Ofen gleichmässig zu verteilen, was mit den früheren Einrichtungen nicht in demselben Masse zu erreichen war, selbst wenn dieselben auch gegenüberliegende Abzüge in der Mittel- und Aussenwand hatten, weil die letzteren in einen gemeinschaftlichen Abzugskanal mündeten, und immer nur

paarweise, nämlich je zwei einander gegenüberliegende Züge zusammen reguliert werden konnten.

Die Fig. 21 bis 24 beziehen sich auf einen versenkten Ringofen nach *M. Fienbarg* in Laufritzdorf bei Frohnleiten (Steiermark), welcher mit einem oder zwei beweglichen Schornsteinen und geeigneten Kanälen zur Führung der Heizgase ausgerüstet ist. Fig. 21 stellt den Grundriss eines Teiles des Ofens, Fig. 22 eine Ansicht der äusseren Ofenmauer von der Innenseite, Fig. 23 einen Querschnitt des Ofens, und Fig. 24 ein zugehöriges Teilstück dar.

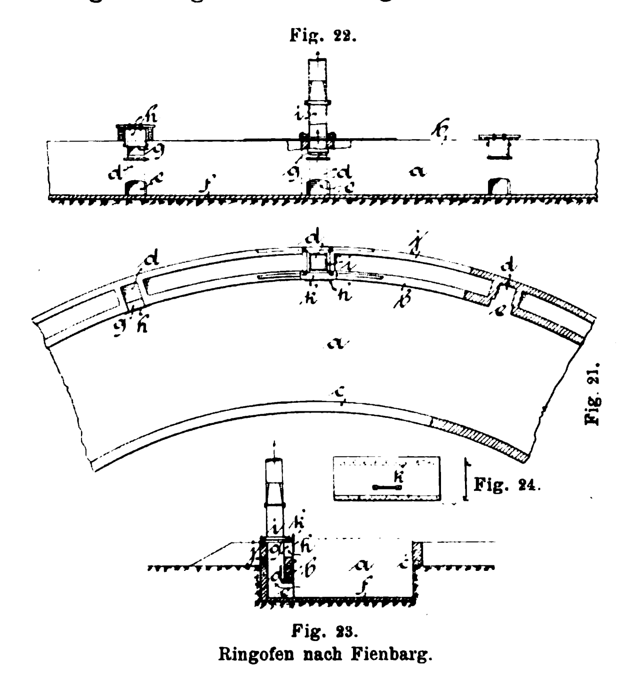


Fig. 23.
Ringofen nach Fienbarg.

Der Ofen wird von drei konzentrischen Ringmauern *j*, *b* und *c* gebildet. An der Aussenseite der äusseren Umwallung sind in gewissen Abständen voneinander senkrechte Schächte *d* eingebaut, welche durch gewölbte Oeffnungen *e* in der Mauer mit dem die Ziegeln aufnehmenden Grabenraum *a* an der Sohle in Verbindung stehen. Die Ofensohle ist mit einem Ziegelpflaster *f* versehen.

Ueber den Oeffnungen *e* sind in der Mauer *b* nahe der Mauerkrone Oeffnungen *g* angebracht, die ebenfalls in die Schächte *d* führen, und durch Schieber *h* abgeschlossen werden können. Auf die Schächte *d* wird der Reihe nach ein transportabler Schornstein *i* aufgesetzt, welcher mit Rädern oder Rollen auf Schienen läuft, die auf den Mauern *b* und *j* verlegt sind.

Wenn der Schornstein von einem Schacht auf den nächstfolgenden gestellt werden soll, wird vorher die in diesen Schacht führende obere Oeffnung *g* mittels der Platte *k* (Fig. 24), welche den Schornstein an der Innenseite zu stützen hat, abgedeckt. Die Oeffnung desjenigen Schachtes, welcher der zur Zeit in Brand befindlichen Feuerstätte am nächsten liegt, wird durch Herablassen ihres Schiebers *h* und die Oeffnung *e* durch Einschütten von Sand in den Schacht *d* bis oberhalb des Gewölbes von *e* abgeschlossen, um ein Entweichen der Heizgase durch diesen Schacht zu verhindern, und sie zum Austritt durch den über den nächstfolgenden Schacht gestellten Schornstein zu veranlassen. Sobald sich der volle Zug entwickelt hat, kann der Schieber *h* der oberen Oeffnung *g*, über welcher der Schornstein steht, herabgelassen werden, so dass die Heizgase nunmehr durch die untere Oeffnung *e* in den Schornstein gelangen.

Nach dem Fortschreiten des Brandes wird der Schornstein über den nächsten Schacht geschoben und der frei gelegte Schacht *d* dadurch geschlossen, dass die Oeffnung *e* mit Sand verschüttet und die Oeffnung *g* vermauert wird.

So zieht der Schornstein im Kreislauf um den Ofen herum. Anstatt eines Schornsteins kann auch, wo das erforderlich ist, z. B. bei grösseren Oefen, ein zweiter beweglicher Schornstein auf die innere Ofenmauer *c* aufgesetzt werden. Dann muss man natürlich auch zur Anlage von Schächten *d* auf dieser Seite und zur Anlage eines zweiten Geleises für die Bewegung des zweiten Schornsteins schreiten.

Der Ringofen von *Otto Bock* in Berlin zeichnet sich durch eine Decke aus, die aus einzelnen abnehmbaren Platten besteht, welche an ihrer Unterseite quer zur Ofenhauptachse laufende Kanäle zur Ableitung der Rauch- und Schmauchgase besitzen. Der Ofen besteht aus einer Umfassungsmauer *c* und einer Mittelmauer *a*, die den Rauchkanal *b* enthält (Fig. 25 und 26). Die Verbindung der beiden Längshälften des Brennkanals findet durch Kanäle *V* statt (Fig. 26 und 32). Weder Einkarrthüren noch Ge-

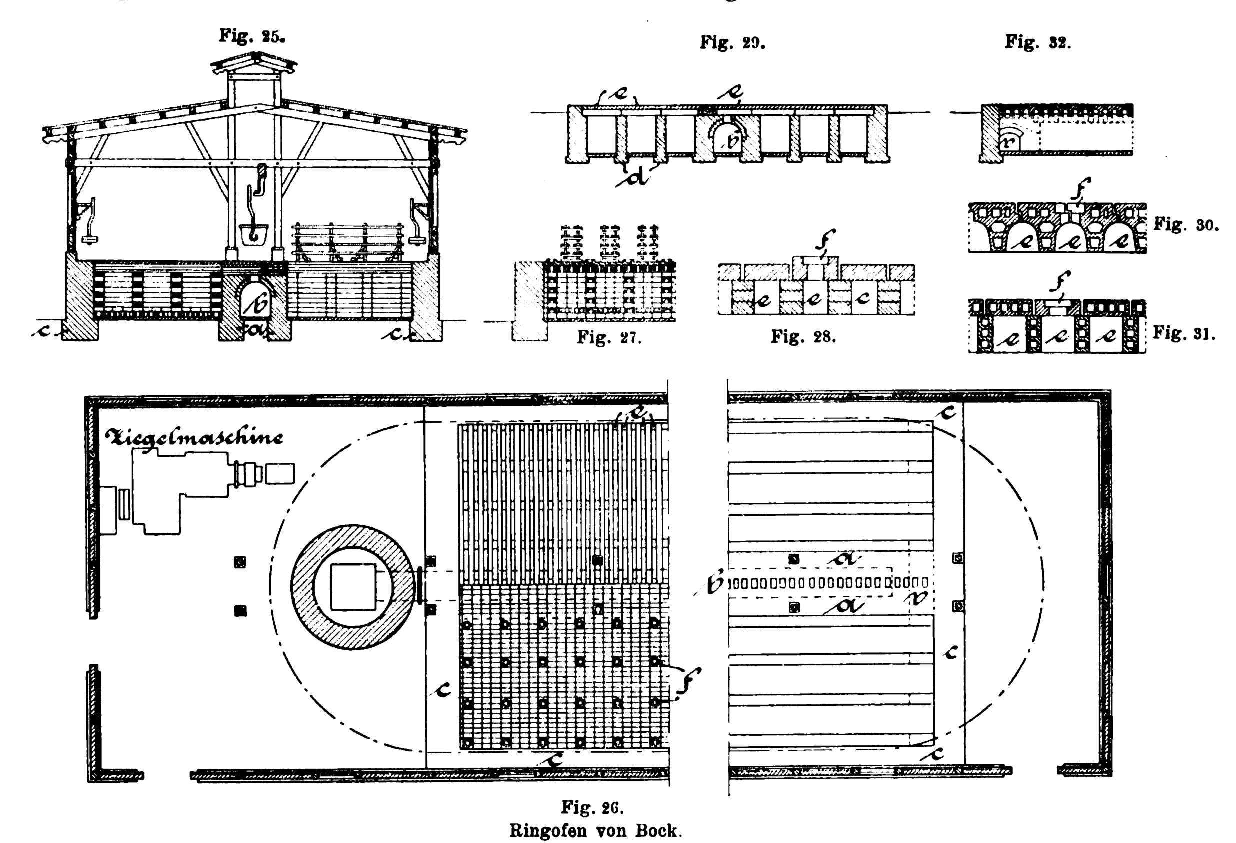


Fig. 26.
Ringofen von Bock.



wölbe sind vorhanden. Das Einsetzen und Ausnehmen findet von oben statt.

Sollen nur gewöhnliche, an und für sich tragfähige Ziegelsteine gebrannt werden, so wird der Einsatz, wie in Fig. 25 dargestellt, gesetzt und mit der in Fig. 28 gezeichneten Decke von gewöhnlichen Ziegelsteinen abgedeckt unter Bildung der Kanäle *c*, welche in den Rauchsammler *b* münden. Sollen bessere Waren, die nicht belastet werden dürfen, gebrannt werden, so wird eine beliebige Anzahl Längswände *d*, wie in Fig. 29 gezeichnet, aufgestellt, und die Decke von Formsteinen (Fig. 30) oder Hohlplatten (Fig. 31) gebildet. Die nach jedem Einsetzen aufgelegte Decke ist immer so aufzubringen, dass sich quer laufende Kanäle *c* bilden, durch welche die Rauch- und Schmauchgase abgeleitet werden. Einige der Kanäle *c* werden mit Heizlöchern *f* versehen (Fig. 26, 28, 30 und 31).

Die verhältnismässig geringe Dicke der Decke ermöglicht es, die Oberfläche des Ofens als Darre für Rohsteine zu benutzen, und zwar bei gewöhnlichen Ziegelsteinen ohne Gerüste, bei besseren Waren unter Verwendung transportabler Gerüste (vgl. Fig. 27).

Da die Decke beweglich ist, kann die Einteilung der Heizlöcher jeder Warengattung (Vollsteine, Lochsteine, Dachziegeln, Röhren u. s. w.) entsprechend verändert werden.

Fig. 33.

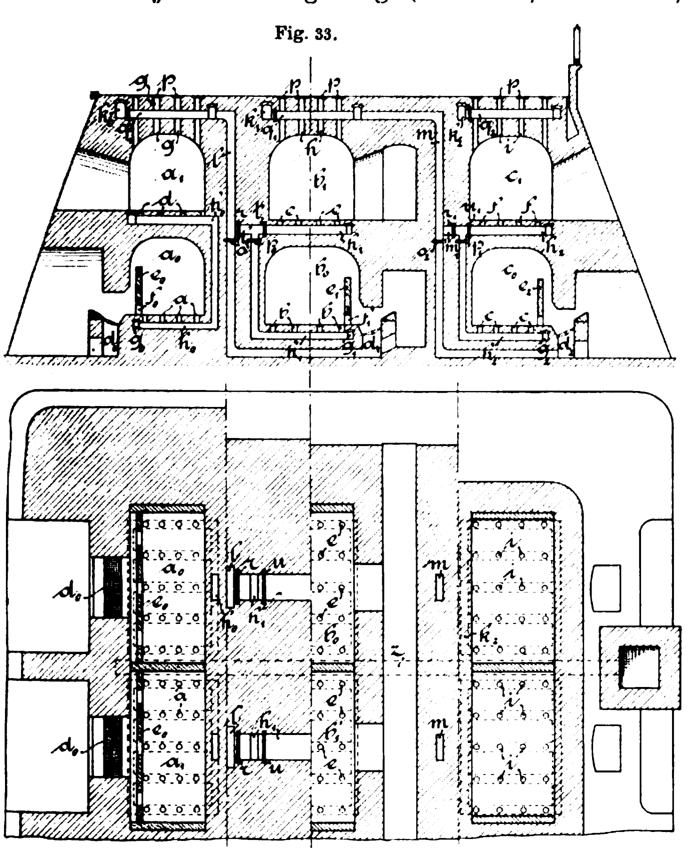


Fig. 35.

Ringofen von Paul Schleich.

Als weiterer Vorteil wird dem Ofen nachgerühmt, dass bei ihm die Schwierigkeit der Thürteilung, welche ebenfalls je nach der zu brennenden Ware verschieden angeordnet werden muss, fortfällt. Auch wird der Ofenraum besser ausgenutzt, weil bei gewöhnlichen Ringöfen wegen des steten Offenhaltens zweier Thüren, einer zum Einsetzen, einer zum Ausnehmen, dauernd zwei ganze Kammern für den Brennbetrieb verloren gehen.

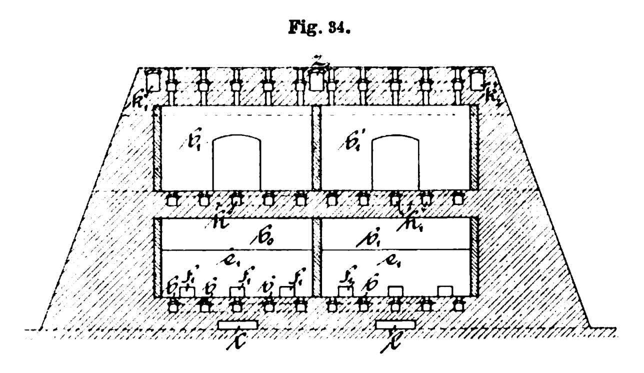
Ueber den *Bock*'schen Ofen liegen einige, wenn auch nur spärliche Nachrichten aus der Praxis vor. Sie stammen vom Erbauer her. Nach einer Mitteilung in der *Thonindustriezeitung*, Nr. 23 vom 22. Februar 1900, sind bereits drei derartige Oefen im Betriebe, zwei weitere im Bau. Am günstigsten wird für den Ofenkanal eine Breite von 3, eine Höhe von 1,5 m befunden. Letztere soll möglichst nicht überschritten werden, um das Aufsetzen frischer Steine zum Trocknen auf die Ofendecke und das Herausschaffen der gebrannten Ziegeln nicht unnütz zu erschweren. Haben die Steine, auf dem Streichbrett ruhend, einige Tage gestanden und sind sie steif genug geworden, um getragen werden zu können, dann stellt man sie auf der Decke des Ofens auf und zwar an der Stelle, unter welcher das Brenngut schon gebrannt ist.

Das Einsetzen der getrockneten Steine in den Ofen findet leichter als im gewöhnlichen Ringofen statt, weil es mittels Rutschen vorgenommen werden kann. Ferner erreicht man durch das Auflegen der Decke direkt auf den Einsatz, dass zwischen beiden keine unnütze Luftschicht verbleibt.

Ein solcher Ofen hat in Wernigerode mit nur fünf Mann Bedienung und zwei Brennern täglich 10000 Stück Ziegeln, davon etwa 1/3 Dachziegeln, geliefert. An Brennmaterial wird etwas mehr als bei gewöhnlichen Ringöfen gebraucht, jedoch soll sich der geringe Mehrverbrauch durch die Ersparnis beim Trocknen wieder ausgleichen.

Als wesentlicher Vorteil führt der Erbauer die billigere und schnellere Herstellung des Ofens an. Seine Einführung wird sich auch da empfehlen, wo ein Ofen nur vorübergehende Verwendung finden soll, z. B. bei grösseren Neubauten in einer Gegend, in der keine Steine zu haben sind.

Fig. 34.



In der 36. Versammlung des Vereins für Thon-, Cement- und Kalkindustrie (vgl. *Thonindustriezeitung*, 1900 Nr. 31 S. 392) ist *Spitta* auf den *Bock*'schen Ofen zu sprechen gekommen und hat die niedrige Bauart des Ofens, die als Vorteil angesehen werden soll, bemängelt, indem er ausführte, dass man im Ringofen bekanntlich dann am besten brennt, wenn der Ofenkanal ebenso breit wie hoch wäre.

Die erste Anlegung von Ringöfen mit mehreren Stockwerken übereinander stammt schon aus dem Jahre 1889. Ein solcher Ofen ist *Helmuth Dueberg* in Berlin unter Nr. 48071 patentiert worden. Als wesentliche Vorteile wurden die Ersparnis an Baugrund und die Anpassung an stark ansteigenden Baugrund oder an Fabriken mit mehreren Stockwerken angegeben. Die Konstruktion und der Betrieb derartiger Oefen waren dieselben wie diejenigen gewöhnlicher Ringöfen. *Dueberg* hat noch zwischen die einzelnen Stockwerke Zwischenräume gelegt, die dem Brenner die Bedienung der einzelnen Stockwerke ermöglichen sollten.

Der neue mehrstöckige Ofen von *Wilhelm Eckardt* in Köln weicht von dem *Dueberg*'schen Ofen insofern ab, als die Stockwerke direkt aufeinander gesetzt, die Zwischenräume zwischen ihnen also weggefallen sind. Natürlich kann in diesem Falle nur das oberste Stockwerk Schüttfeuerung durch Oeffnungen im Gewölbe erhalten.

Die neue Anordnung erhöht die Stabilität des Ofens und verringert die schädliche Wärmeausstrahlung, die Zwischenräume zwischen den Stockwerken werden erspart. Ausserdem lassen sich die Feuer- und Schmauchgase bequemer von Stockwerk zu Stockwerk führen.

In erhöhtem Masse kommen diese Vorteile dem mehrstöckigen Ofen von *Paul Schleich* in Hohenneuendorf i. d. Mark zu. Wie aus der Zeichnung (Fig. 33 bis 35) ersichtlich ist, besteht derselbe aus einer Anzahl (im vorliegenden Falle drei) nebeneinander angeordneter Kammerpaare $a_0\, a_1\, b_0\, b_1\, c_0\, c_1$.

Vor jeder der unteren Kammern $a_0\, b_0\, c_0$ befinden sich die Feuerungen $d_0\, d_1\, d_2$, aus welchen die Heizgase teils über die Brustmauern $e_0\, e_1\, e_2$, teils durch die in ihnen

in beschränkter Anzahl angebrachten Durchtrittsöffnungen $f_0 f_1 f_2$ in die unteren Kammern ziehen.

Die beschriebene Anordnung der Brustmauern hat den Zweck, die von den Feuerungen in die Brennkammern ziehenden Gase gleichmässig durch das Brenngut hindurch zu verteilen.

In der Sohle der Kammern $a_0 b_0 c_0$ befinden sich eine Anzahl Oeffnungen $a b c$, welche die Gase durch Zweigkanäle in die Sammelkanäle $g_0 g_1 g_2$ und von hier aus durch die Kanäle $h_0 h_1 h_2$ nach den Kammern $a_1 b_1 c_1$ des oberen Stockwerks überführen. Hier durchstreichen die Gase von den Durchtrittsöffnungen $d e f$ aus das Brenngut von unten nach oben und ziehen durch Kanäle $g h i$ aus den oberen Kammern ab. Nunmehr können sie entweder direkt durch die Sammelkanäle $k_0 k_1 k_2$ nach dem Schornstein oder durch die mittels Platten abgedeckten Oeffnungen p nach den Trockenräumen oberhalb der Ofenanlage geleitet und zum Vortrocknen von Rohsteinen verwendet werden.

Zur weiteren Nutzbarmachung der Abhitze führen von den Brennkammern $a_1 b_1$ aus Kanäle $l m$ unterhalb der Ofensohle nach den Feuerungen $d_1 d_2$. Diese Kanäle $l m$ sind mit den Kanälen $h_1 h_2$ durch Zweigkanäle $l_1 m_1$ verbunden. Diese Verbindung kann durch die Schieber $r r_1$ unterbrochen werden. In die Kanäle $l m h_1 h_2$ sind die Schieber $o o_1 p_0 p_1$ eingelegt. Die nach der Esse führenden Rauchsammelkanäle $k_0 k_1 k_2$ stehen mit Kanälen $l m n$ durch die Schieber $q q_1 q_2$ in absperrbarer Verbindung.

Damit nun die Wärme der einen Kammer auch für den Betrieb der nachfolgenden ausgenutzt wird, führt man sie, um ein Beispiel zu wählen, von a_0 durch den Kanal l, dessen Schieber o geöffnet und dessen Zweigkanal l_1 durch Schieber r abgesperrt ist, unterhalb der Ofensohle nach der Feuerung d_1 der Kammer b_0, wo sie den Verbrennungseffekt steigert. Die Gase nehmen dann ihren Weg durch die Kammern $b_0 b_1$ und mittels des Kanals m durch die Kammern $c_0 c_1$, von wo aus sie entweder durch den Rauchsammler k_2 nach der Esse oder durch die Kanäle i nach den Trockenkammern entweichen. Dabei werden die Schieber $p_0 p_1$ offen, die Schieber $q q_1$ geschlossen gehalten.

Werden die Ofenkammern b_0 und c_0 ausgeschaltet, dagegen die Kammern $a_0 a_1 b_1$ und c_1 in Betrieb erhalten, dann schlagen die auf der Feuerung d_0 erzeugten Heizgase nach Schliessung der Schieber $o p_0 o_1 p_1$ und Oeffnung der Schieber $r r_1 u u_1$ folgenden Weg ein. Nach Durchstreichen durch das in der Kammer a_0 aufgeschichtete Brenngut gelangen sie zunächst durch Kanal h_0 in die Kammer a_1, dann durch die Kanäle $l l_1 h_1$, sowie die Oeffnungen l nach der oberen Kammer b_1, deren Brenngut sie in der Richtung von unten nach oben durchziehen. Von hier aus treten sie durch Zweigkanäle h, Kanäle $m m_1 h_2$, Oeffnungen f in die Kammer c_1 und können von hier aus zur Esse oder zum Trockenraum abgeleitet werden.

Wie aus den Fig. 34 und 35 ersichtlich, ist neben den Kammerreihen $a_0 b_0 c_0 a_1 b_1 c_1$ eine zweite Reihe von Kammern vorhanden, deren Anordnung und Wirkungsweise genau mit der zuerst beschriebenen übereinstimmt. Ausserdem sind die Kanäle $k_1 k_2$ (Fig. 34) angelegt, durch welche die Heizgase der letzten Kammer der ersten Reihe unter die Feuerung der ersten Kammer a_1 der zweiten Reihe übergeführt werden und hierselbst von neuem den oben beschriebenen Weg zurücklegen können. Oder es werden beliebige andere Ein- und Ausschaltungen von Kammern vorgenommen.

Kleinere Mitteilungen.

Die praktische Bedeutung chemischer Arbeit.

Ueber dieses Thema hielt Privatdozent Dr. *J. Schmidt* an der Technischen Hochschule zu Stuttgart am 8. Mai seine Antrittsvorlesung. In unserer Zeit tritt mehr denn je die Errungenschaft gelehrter Forschung in den Dienst des gewerblichen Lebens. Vor allem soll die Chemie in glücklicher Anwendung wissenschaftlicher Erkenntnis auf praktische Probleme stets neue Gebiete erobern. Inwieweit sie dieser Forderung bis jetzt gerecht geworden ist, geht aus den Errungenschaften der anorganisch-chemischen Technik, sowie der Teer- und Farbenchemie und aus der Bedeutung chemischer Arbeit für die Heilkunde klar hervor. — Aus der anorganischen Chemie sei nur die Technologie der Kalisalze, der Soda und der Schwefelsäure herausgegriffen. An der Hand von Untersuchungen des Bodens und der Ernteergebnisse wies *Liebig* nach, wie gering der Kaligehalt des Bodens ist, während doch beispielsweise eine Kartoffelernte jedem Hektar 100 kg, eine Rübenernte sogar 116 kg Kalisalze entzieht. Die Notwendigkeit, Ersatz zu schaffen, ging aus dieser Untersuchung klar hervor. Als daher die Untersuchung gewisser Schichten, welche man 1852 bis 1856 durchteufte, um zu dem Stassfurter Steinsalz zu gelangen, ergab, dass diese Abraumsalze viel Kali enthielten, war die Verwendung derselben für landwirtschaftliche Zwecke gewiesen. Man kann den Gesamtwert der Kalisalzförderung bis 1890 auf rund 230 Millionen Mark veranschlagen. Was durch Einführung der Kalisalze unmittelbar von der Landwirtschaft gewonnen wurde, ist in Zahlen nicht anzugeben; doch sei darauf hingewiesen, dass es ohne Kenntnis und Verwertung der durch *Liebig* begründeten Lehren nicht möglich gewesen wäre, den Bau der Zuckerrüben Jahrzehnte hindurch mit dem bekannten Erfolge fortzusetzen. Für die Soda und andere Alkalien, welche früher aus natürlichem Vorkommen in beschränkter Weise beschafft wurden, haben die Erfindungen von *Leblanc* und *Solvay*, welche die Soda auf künstlichem Wege aus dem Kochsalz darstellen lehrten, eine unversiegbare Quelle eröffnet. Der Preis der Tonne Soda fiel demzufolge von 200 Mark im Jahre 1878 auf 80 Mark im Jahre 1886. Die jährliche Sodaerzeugung in Deutschland beläuft sich jetzt auf etwa 190000 t im Werte von über 19 Millionen Mark, wobei 12000 Arbeiter Beschäftigung finden. Wie die Alkalien, so sind auch die Säuren allgemeine Hilfsmittel grosser Gewerbebetriebe. Wie auch bei ihrer Darstellung die Erforschung der chemischen Vorgänge zu Besserem geführt hat, zeigt sich am deutlichsten an der Schwefelsäure. Die Schwefelsäureerzeugung der ganzen Welt wurde 1878 auf mehr als 1 Million Tonnen geschätzt; seitdem dürfte sich die jährlich erzeugte Menge mindestens verdoppelt haben, während zugleich der Preis etwa auf die Hälfte herabgegangen ist. In Deutschland wurden 1890 460000 t Schwefelsäure im Werte von 15 Millionen Mark in 70 Fabriken mit mehr als 3700 Arbeitern dargestellt. — Keine Industrie zeigt die Wirkung chemischer Arbeit in intensiverem Masse als diejenige der künstlichen Farbstoffe. Gegenwärtig wird mehr als die Hälfte des überhaupt auf der Erde gewonnenen Steinkohlenteers lediglich verarbeitet, um in Farbstoffe umgewandelt zu werden. So z. B. ist die künstliche Darstellung des Alizarins, des Farbstoffes der Krappwurzel, als erste technisch durchgeführte Synthese eines in der Natur vorkommenden Farbstoffes von hervorragender Bedeutung. Sie führte zur Vernichtung des Krappbaues in den Mittelmeerländern und damit zu volkswirtschaftlichen Umwälzungen grossen Stils. Bodenflächen, deren Jahresertrag in Frankreich allein auf 34 Millionen Mark geschätzt wurden, traten infolge dessen wieder in den allgemeinen Rahmen landwirtschaftlicher Benutzung ein. Auch die Frage nach einer zweckmässigen künstlichen Darstelluzg des Indigos scheint nunmehr gelöst zu sein. Eine annähernde Schätzung des Wertes der Gesamterzeugung von Teerfarbstoffen in Deutschland ergibt für das Jahr 1890 65 Millionen Mark. Dass die Summe nicht grösser erscheint, liegt in dem gewaltigen Rückgange der Preise, da der Wert der Farbstoffeinheit 1890 höchstens 0,4 vom 1878er Werte erreichte. So z. B. wurde im Jahre 1866 1 kg Fuchsin noch mit 1200 Mark bezahlt, während es heute 8 bis 10 Mark kostet. In Deutschland waren 1890 behufs Herstellung von Farbstoffen 21 Fabriken im Betriebe mit 10237 Arbeitern, welchen 10½ Millionen Mark Lohn gezahlt wurden. Als Folge verdient auch hervorgehoben zu werden, dass überseeische Länder, welche früher die Welt mit natürlichen Farbstoffen versorgten, jetzt bedeutende Mengen von Teerfarbstoffen aus Europa beziehen. Und wenn man sich ferner noch erinnert, dass aus Teerprodukten auch die verschiedensten Sprengmittel, ferner das *Fahlberg*'sche Saccharin und der *Baur*'sche künstliche Moschus fabri-



ziert werden, dann erkennt man, dass hier die chemische Arbeit das Wort von der Verwandlung schmutziger Abfälle in Gold wahr gemacht hat. Aber die praktische Bedeutung der chemischen Wissenschaft ist nicht erschöpft, wenn man nicht noch ihre Beziehungen zur Heilkunde zur Darstellung bringt. Jedes Feld ärztlicher Thätigkeit, das überhaupt chemischen Einflusses zugänglich ist, trägt die Spuren chemischer Arbeit. Man erkennt dieselben am deutlichsten auf den Hauptgebieten der Therapie, der arzneilichen und diätetischen Behandlung. Hier sei nur noch auf die ausserordentlich wichtige Förderung hingewiesen, welche die Chemie dadurch erfahren hat, dass sie die Darstellung bisher unbekannter Substanzen lehrte, die eine Einwirkung auf den tierischen Organismus und seine Krankheiten zeigten. Aus den Ergebnissen chemischer Forschung hat man Mittel entstehen sehen, die Schmerzen lindern, Schlaf bringen, wie das Chloral und Sulfonal, Wunden heilen, wie das Jodoform und Airol, Fieber vertreiben, wie das Antipyrin und Phenacetin, Unzähligen zum Trost und Segen. (*Schw. Mkr.*)

Bücherschau.

Architektonische Stilproben. Ein Leitfaden. Mit historischem Ueberblick der wichtigsten Baudenkmäler von *Max Bischof*, Architekt. Mit 101 Abbildungen auf 50 Tafeln. Elegant kartoniert. Leipzig 1900. Verlag von Karl W. Hiersemann. Preis 5 M.

Das elegant ausgestattete Büchlein macht den Beschauer mit Hilfe von 101 Abbildungen der charakteristischsten Bauten aller Stilarten mit den Merkmalen der verschiedenen Baustile vertraut. Ein kurzer Text, der zugleich die Abbildungen erläutert, gibt einen historischen Ueberblick über die wichtigsten Baudenkmäler und deren Erbauer. Die meist untergegangenen Wunderwerke grauer Vorzeit aus Aegypten, Babylon und Vorderasien kurz streifend, geht der Verfasser zu den Meisterbauten des klassischen Altertums über, führt uns dann in den Altchristlich-Byzantinischen Stil ein, der von Konstantinopel seinen Ausgangspunkt nahm, und bespricht mit knappen Worten die Architektur des Islam; er zeigt uns weiter, wie die Bestrebungen der christlichen Kirche erst im romanischen Stile spätrömische Traditionen erkennen lassen, die weiter zur Ausbildung des gotischen Stils führen, dessen Wiege wir in Paris zu suchen haben, obwohl wir gern geneigt seien, den gotischen Stil als spezifisch deutsch für uns in Anspruch zu nehmen.

Ein weiterer Raum wird dann dem Renaissancestil gewidmet, der wiederum in den verschiedenen Ländern eigenartige Umbildungen hervorruft und Abarten findet im Barock und Rokoko.

Bei der guten Auswahl der Abbildungen, die die charakteristischen Formen der Stilarten leicht erkennen lassen, und bei dem klaren übersichtlichen Text dürfte das Buch geeignet sein, weitesten Kreisen zur Belehrung und Anregung zu dienen.

Vorlesungen über allgemeine Hüttenkunde. Uebersichtliche Darstellung aller Methoden der gewerblichen Metallgewinnung, eingeleitet durch eine ausführliche Schilderung aller in Betracht kommenden Eigenschaften der Metalle und ihrer Verbindungen, und abgeschlossen durch eine Uebersicht aller wichtigeren Apparate und Hilfsmittel. Von Dr. *Ernst Fr. Dürre*, Professor der Hüttenkunde und Probierkunst an der kgl. Technischen Hochschule zu Aachen. Zweite Hälfte mit 218 S. und 81 Abbildungen und dem Bildnis des Verfassers. Halle a. S. 1899. Wilh. Knapp. Preis 16 M.

Der vorliegende zweite Band umfasst den Rest der vierten, sowie die fünfte und sechste Vorlesung. Es werden zunächst die Hüttenprozesse erledigt (vierte Vorlesung), sodann die festen, flüssigen und gasförmigen Brennstoffe, auch kurz die Erzeugung der elektrischen Energie besprochen (fünfte Vorlesung), schliesslich in kurzem Ueberblick die thermischen (Oefen nebst Generatoren, Winderhitzern und Gebläsen), die chemischen, elektrischen und mechanischen Arbeitsverfahren.

Der Wert des Buches liegt in der vergleichenden Darstellungsweise, der Berücksichtigung der neuesten Fortschritte auf metallurgischem Gebiet und in den durchweg modernen und guten Abbildungen.

Die künstliche Seide, ihre Herstellung, Eigenschaften und Verwendung. Unter Berücksichtigung der Patentlitteratur bearbeitet von Dr. *Karl Süvern.* Mit 25 in den Text gedruckten Figuren und 2 Musterbeilagen. Berlin 1900. Julius Springer. Preis geb. 7 M.

In dem vorliegenden Werke ist das in den deutschen und ausländischen Patentschriften und in der Fachlitteratur verstreute Material über die künstliche Seide übersichtlich und erschöpfend zusammengestellt.

Verfasser beschreibt zunächst unter Wiedergabe der bezüglichen Patentschriften die Darstellung der künstlichen Seide aus Nitrocellulose nach den Verfahren von *Chardonnet* (das wichtigste Verfahren), *Gérard, du Vivier, Lehner* (ebenfalls sehr wichtig), *Bronnert und Schlumberger, Knöfler, Strehlenert, Loncle und Chartrey, Oberlé und Newbold, Cadoret und Breuer.* Daran schliessen sich die Verfahren zur Darstellung künstlicher Seide aus nicht nitrierten pflanzlichen Ausgangsmaterialien nach *Langhans, Pauly* (sehr wichtig), *Despaissis, Dreaper und Tompkins, Fremery und Urban*; ferner die Verfahren zur Darstellung von Viscoid nach *Cross, Bevan, Beadle und Stearn.* Dann folgen die Verfahren, welche die Darstellung künstlicher Seide aus Materialien tierischen Ursprunges zum Gegenstand haben, und die sogen. Verseidungsverfahren. Zum Schluss werden die Eigenschaften der Kunstseide, das Verhalten natürlicher und künstlicher Seiden gegen chemische Agentien, das Färben der Kunstseiden und die Verwendung derselben in der Praxis besprochen. Die beiden Beilagen enthalten acht gefärbte Muster von Chardonnet-, Lehner- und Pauly-Seide. Die Färbungen sind hübsch und gefällig; indessen ist doch zu bemerken, dass ein Vergleich des seidenartigen Aussehens der verschiedenen Kunstseiden untereinander dem mit diesen Produkten weniger Vertrauten eher ermöglicht würde, wenn die Proben ungefärbt geblieben wären.

Die Arbeit muss als durchaus zeitgemäss und wertvoll bezeichnet werden. Wie das vorzügliche Werk von *Gardner*: „Die Mercerisation der Baumwolle“ (Berlin, Springer) dazu beigetragen hat, die Lage der Mercerisierungsindustrie zu klären, so wird auch die vorliegende Arbeit von *Süvern* unzweifelhaft dazu beitragen, dass die Aufmerksamkeit von neuem in erhöhtem Masse auf die Kunstseidenindustrie gelenkt und dadurch Veranlassung zu neuen Anregungen und Verbesserungen geboten wird. Denn auch hier handelt es sich um eine verhältnismässig neue Industrie, die die allergrösste Beachtung verdient, und die einer Weiterentwickelung durchaus fähig zu sein scheint. Derartige Monographien sind gar nicht hoch genug zu schätzende Unterstützungsmittel der Industrie. *B.*

Zuschriften an die Redaktion.

(Unter Verantwortlichkeit der Einsender.)

Zu Heinz' Grundlagen der Fluglehre.

Im Interesse der Sache erlaube ich mir noch einmal auf die fragliche Reaktivkraft *Heinz'*, Sarajevo, zurückzukommen (*D. p. J.* 1899 **313** 28 bis 29 bezw. 1899 **314** 80), und berufe mich auf meine diesbezügliche Skizze.

Nachdem *Heinz* den Fall, dass zwischen Kugel und Ebene Reibung nicht stattfände, annimmt, den ich ja auch angedeutet, aber nicht zeichnerisch durchgeführt habe, weil ich nicht glauben konnte, dass *Heinz* sich diesbezüglich einer Täuschung hingibt, will ich darauf zurückkommen.

Nehmen wir also an, die Reibung wäre thatsächlich nicht vorhanden, so gebe ich zu, dass die Kugel beim Verrücken ihrer Unterlage gegen die Unterlage aufwärts steigt; aber wenn *Heinz* glaubt, dass dies die Folge einer in der Kugel hervorgerufenen Reaktivkraft sei, so ist dies trotz alledem eine Täuschung.

Ein Sprichwort sagt, wenn Mohamed nicht zum Berge kommt, kommt der Berg zu Mohamed.

Das gilt hier; die Kugel bleibt absolut **teilnahmslos**, dafür geht die Ebene unter ihr weg und hebt sie natürlich in der Richtung S_1.

Hat die Kugel einen Wuchtvorrat von ihrer früheren Bewegung her in der Richtung a_1, dann kombinieren sich *diese beiden* unter Umständen zu einer heftig aufwärts schleudernden Bewegung, um so mehr, als die Kugel durch S_1 mitunter von ihrer Unterlage abgestossen wird und infolgedessen thatsächlich keine Reibung auftritt.

Dieser Versuch gelingt nur dann, wenn a_1 sehr gross wird im Verhältnis zu S_1; selten trifft man das richtige Verhältnis; besonders bei sehr schräger Lage der Ebene.

Das dürfte das *Bazin*'sche von *Heinz* angezogene Phänomen sein; dieses Resultat beweist aber für das Vorhandensein einer positiven Reaktion der Kugel gar nichts, dagegen alles für die bekannte Beharrung.

Ich habe absichtlich in meiner ersten Zuschrift $a_1 = \Theta$ werden lassen, damit keine Täuschung möglich sei über das wahre Wesen der Erscheinung.

Die vermeintliche Reaktivkraft ist nichts anderes als die Resultierende derjenigen Kraft a_1, welche die Kugel aufwärts bewegt hat[1]) und der Stosskomponente S_1, welche die Kugel ab-

[1]) Diese musste der Kugel mitgeteilt werden.

zustossen strebt; letzterem Impulse gegenüber äussert die Kugel ihr Beharrungsvermögen, indem sie gleichartig wie bei a_1 in der Bewegung so lange verharrt, *so lange die Ursache wirkt.*

Kombinieren wir diese zwei gleichartigen *Beharrungsrichtungen*[2]), so erhalten wir eine veränderte *Beharrungsrichtung*; letztere wird mit der Richtung der früher erhaltenen Kraftresultierenden übereinstimmen.

Würden wir nun erstere vollkommen willkürliche Kombination von Richtungen verwechseln mit letzterer Kräftezerlegung, so würden wir nicht wissen, was Wirkung und was Ursache in diesem Kräfteprozesse ist, wie dies ja thatsächlich *Heinz* passiert ist, indem er die vollkommen passive Beharrung, zufolge welcher ein Körper nicht nur in seiner jeweiligen Ruhe, sondern auch in einer ihm erteilten Bewegung zu verharren sucht, als eine Kraft-Aktion hinstellt.

Zu dieser Täuschung mag auch der Umstand beigetragen haben, dass wir keinen wissenschaftlichen Begriff für die „*scheinbare Thätigkeit*" des Beharrungsvermögens, der „wirklichen Thätigkeit" irgend einer Energieform gegenüber zu stellen haben.

Ich schlage daher vor, dass man für jede chemische oder physikalische (kinetische, elektrische Spannungsdifferenz u. s. w.) Differenzwirkung den Begriff Aktion anwende, dagegen für vollkommen leidende Scheinwirkungen den Begriff Passion einführe. Passion kann auch nie Re-Aktion sein.

Heinz wird vielleicht jetzt zugeben, dass die massgebende Forschung nicht aus Hartnäckigkeit, wie er schreibt, eine Zerlegung von $\frac{Mv^2}{2}$ im Sinne von Kräftezerlegung nicht zugibt, sondern aus dem logischen Grunde, wonach Ursache und Wirkung nie füreinander, sondern stets nacheinander stehen müssen.

Mit grossem Interesse habe ich die Auseinandersetzungen über die Fliehkraft (*D. p. J.* 1899 **315** 224, 225) gelesen, möchte aber auch diesbezüglich auf das eben Gesagte verweisen.

Um jede Täuschung zu vermeiden, möchte ich ersuchen, alle Bewegungen der Kugel auf einen ausserhalb des Versuchssystems befindlichen Punkt zu beziehen; es wird dann klar werden, dass ich nicht anders auffassen konnte, als so, dass *Heinz* sich selbst dagegen verwahrt (*D. p. J.* 1899 **315** 224); und nur im Interesse der Sache muss ich entschieden aussprechen, dass die gegenteilige Auffassung *Heinz'* unwissenschaftlich ist, und darum sinnverdunkelnd.

Das bisher bewiesene loyale Entgegenkommen der Schriftleitung wird mir vielleicht ermöglichen, die aufgestellten Axiome über Planetenbewegung in etwas positiverer Weise zu beantworten, als es mir sogleich möglich wäre im Rahmen dieser Zuschrift.

Karl Steffen.

Replik von *F. Heinz*, Sarajevo: Prof. Dr. *Karl Müllenhof* bezeichnet in *Mödebeck*'s Taschenbuch für Flugtechniker die Schriften *Marey*'s als zweifellos die wichtigsten von allen Publikationen über den Flug und gerade *Marey* erklärt in seinem Werke: Le vol des oiseaux, S. 316, wie ich, den Segelflug auf Grund des erwähnten *Bazin*'schen Versuches, also aus den Wirkungen des Beharrungsvermögens, und es freut mich, mit einer so ausgezeichneten Persönlichkeit in der Erklärung eines so unlösbar erscheinenden Problems, wie es das Segelflugproblem ist, wenigstens in der Hauptsache die gleiche Meinung zu teilen.

Nun ist es aber bekanntlich selbst einem *Marey* bisher nicht gelungen, die Flugforscher zu überzeugen, dass von den vielen Segelflugerklärungen gerade die seinige diejenige ist, welche zur Lösung des Problems führt; wie soll es dann erst mir, dem Unbedeutenden, gelingen, dieser Ueberzeugung Bahn zu brechen?

Gleichwohl hoffe ich, dass mir dies gelingen wird, und diese Hoffnung stützt sich darauf, dass *Marey* wie Herr *Steffen* die Ansicht vertritt, dass die Kugel im *Bazin*'schen Versuch sich eigentlich nicht in der Richtung gegen den Stoss bewegt und den Gipfelpunkt der schiefen Ebene nur deshalb erreicht, weil die Rollbahn unter der Kugel weggestossen wird.

Beharrungsvermögen bedeutet vom Standpunkte der Mechanik im Augenblicke des Stosses, durch welchen entweder ein Körper aus der Ruhe in ein bestimmtes Geschwindigkeitsverhältnis, oder umgekehrt aus einem bestimmten Geschwindigkeitsverhältnisse in den Zustand der Ruhe gebracht wird, dasselbe, wie Kraft, mit dem alleinigen Unterschiede, dass hierbei die Kraft den gebenden, das Beharrungsvermögen dagegen den empfangenden Teil darstellt, und dieses Verhältnis erscheint in der nebenstehenden Kräfteplanskizze des Herrn *Steffen* in vollkommen klarer Weise zum Ausdrucke gebracht, in welcher *Rs* die Grösse der Stosskraft, *Ra* dagegen die Grösse des Beharrungsvermögens der Kugel bedeutet.

[2]) Was aber nicht etwa als eine Kräftezusammensetzung genommen werden darf, weil eine solche unzulässig ist, wie aus dem weiteren hervorgehen wird.

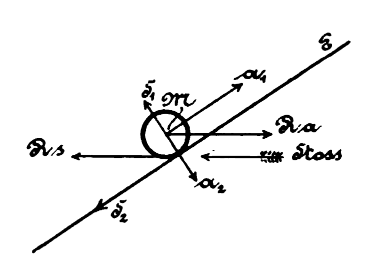
Wirkt keine Stosskraft *Rs*, dann lässt sich auch keine Grösse des Beharrungsvermögens *Ra* angeben; ist *Rs* klein, dann ist auch *Ra* klein; ist dagegen *Rs* gross, dann ist auch *Ra* gross.

Etwas aber, das verschiedene Grösse annehmen kann, kann doch nicht als „Nichts" bezeichnet und mit dem Begriffe „*teilnahmslos*" verwechselt werden.

Entspräche der Begriff „*teilnahmslos*" thatsächlich dem physikalischen Vorgange des *Bazin*'schen Versuches, dann müsste sich ja die Kugel gleich zu Beginn der Stossdauer dem Stosse willenlos überlassen, ja dann könnte die Rollbahn nicht einmal unter der Kugel weggestossen werden, die Kugel könnte somit auch nicht auf den Gipfel der schiefen Ebene gelangen; dann wäre es unzulässig, in der *Steffen*'schen Kräfteplanskizze den Pfeil *Ra* einzuzeichnen, der ja gerade den ganz energischen Willen zum Ausdrucke zu bringen hat, dass die Kugel der Stosskraft nicht folgen will.

Weil die Ebene *E* von der Stosskraft *Rs* schiefwinklig gegen die Kugel wirkt, zerlegt sich *Rs* in die beiden Seitenkräfte S_1 und S_2 und umgekehrt, weil die Kugel im Momente des Stosses durch das Beharrungsvermögen *Ra* schiefwinklig gegen die Ebene *E* wirkt, zerlegt sich auch *Ra* in die beiden Komponenten a_1 und a_2.

Bezüglich S_1 und a_2 erklärt Herr *Steffen* in *D. p. J.* 1899 **314** 80: „S_1 drückt die Ebene an die Kugel fest an" und begründet dies mit: „weil die Kugel beharrt". Wir können aber unter der Voraussetzung, dass *Ra* und a_2 keine „*Teilnahmslosigkeit*", sondern „Beharrung im Augenblicke des Stosses" darstellen, das Verhalten von S_1 und a_2 richtiger so erklären: durch S_1 wird die Ebene an die Kugel gedrückt, während umgekehrt durch a_2 die Kugel an die Ebene gepresst wird, wobei wir nicht übersehen dürfen, dass a_2 nicht vertikal gerichtet ist, also nicht die Schwerkraft darstellt, sondern mit Rücksicht auf ihre Richtung senkrecht zur schiefen Ebene eben nichts anderes ist, als ein Teil des Beharrungsvermögens.



Wir nähern uns nun dem kritischen Punkte: Welche Wirkung ergibt sich aus der Komponente a_1, die den restlichen Teil des zerlegten Beharrungsvermögens darstellt? Darauf lautet die Antwort: Ist a_1 kleiner als die entsprechende Schwerkraftkomponente, dann wird die Kugel trotz der Entgegenwirkung von a_1 auf der schiefen Ebene hinabrollen, wenn sie während des Stosses sich nicht am tiefsten Punkte der schiefen Ebene befand; ist dagegen a_1 grösser als die entgegengerichtete Schwerkraftkomponente, dann muss doch die Kugel in der Richtung a_1 auf der schiefen Ebene aufwärts rollen!!!

Die Kugel gelangt sonach auf den Gipfel der schiefen Ebene im *Bazin*'schen Versuche nicht aus dem Grunde, wie *Marey* und *Steffen* glauben, weil die schiefe Ebene unter der Kugel weggestossen, *sondern weil sie von a_1, also von einem Teile des geweckten Beharrungsvermögens aufwärts bewegt wird.*

Die Ansicht *Marey*'s und *Steffen*'s erweist sich demnach als unrichtig.

Wenn Herr *Steffen* diesem meinem Standpunkte nicht beizutreten vermöchte, dann wäre er in die peinliche Lage versetzt, die Unrichtigkeit seiner eigenen Kräfteplanskizze nachzuweisen, weil in diesem Falle aus derselben die Pfeile *Ra*, a_1 und a_2 als belanglos ganz verschwinden müssten. Dass er sich mit diesen drei Pfeilen keinen rechten Rat weiss, geht daraus hervor, dass er in der Erklärung zu seiner Kräfteplanskizze *Ra* gar nicht erwähnt und bezüglich a_1 und a_2 in der Fussnote des bezüglichen Aufsatzes die merkwürdige Anschauung vertritt, dass die Sache klarer ist, wenn man sich diese beiden schlimmen Kumpane ganz wegdenkt.

Sobald wir uns einmal über die Ursachen und Wirkungen im *Bazin*'schen Versuchsergebnisse geeinigt haben werden, dann wollen wir näher begründen, wie ausgezeichnet sich dasselbe zur Erklärung des Segelfluges eignet.

In einem Punkte bin ich zu den weitgehendsten Konzessionen allzeit bereit und zwar betreffs der anzuwendenden Fachausdrücke für das, was im *Bazin*'schen Versuchsergebnisse mitwirkt; ob das Beharrungsvermögen Trägheit, Reaktivkraft oder „Passion" heissen soll, das ist mir völlig gleichgültig, das zu bestimmen, überlasse ich mit der grössten Passion, der Passion des Herrn *Steffen*.

Bezüglich der erhaltenen schlechten Note „unwissenschaftlich" und „sinnverdunkelnd", verspreche ich mich zu bessern.

Arnold Bergsträsser Verlagsbuchhandlung (A. Kröner) Stuttgart.

Druck der Union Deutsche Verlagsgesellschaft ebendaselbst.



DINGLERS
POLYTECHNISCHES JOURNAL.

81. Jahrg., Bd. 315, Heft 24. **Stuttgart, 16. Juni 1900.**

Jährlich 52 Hefte in Quart. **Abonnementspreis** vierteljährlich 6 M., direkt franko unter Kreuzband für Deutschland und Oesterreich 6 M. 65 Pf., für das Ausland 7 M. 30 Pf. Redaktionelle Sendungen und Mitteilungen bittet man zu richten: An die Redaktion von „Dinglers Polytechn. Journal" in Stuttgart, die Expedition betreffende Schreiben an Arnold Bergsträsser Verlagsbuchhandlung (A. Kröner) Stuttgart.



Zur philosophischen Begründung der Technik.

Von Ingenieur **P. K. von Engelmeyer**, Moskau.

Der Mensch in der Natur.

Im nachstehenden soll mein eigener Standpunkt zum Ausdruck kommen und ein zusammenhängendes Bild des Menschenlebens gegeben werden.

Es ist selbstverständlich, dass viele Einzelgedanken anderen entnommen sind. Soll nun jedesmal der betreffende Name genannt werden? Dies wäre vor allem für den Leser ermüdend, sehr schwer für mich und nur unvollkommen ausführbar, weil man ja nicht nur bewusst, sondern auch unbewusst entnimmt. Teilweise glaube ich mich dieser Aufgabe dadurch entledigt zu haben, dass ich die meisten Denker namentlich angeführt habe, die mir von besonderem Interesse schienen. Kritik sei dem Leser überlassen.

Als gegeben betrachten wir den gesellschaftlich lebenden Menschen und die Natur. Mensch und Natur sind zwei Mächte, die sich gegenseitig begrenzen und bedingen. Der Mensch übt auf die Natur eine Einwirkung aus, um seinen Willen in die Naturkräfte hineinzuflechten. Der Wille allein kann aber nicht auf die Natur einwirken. Hinzutreten muss das Wissen der natürlichen Verkettungen der Dinge. Aber auch das Wissen genügt noch nicht: der Mensch muss noch Können, sein Wissen sachgemäss und geschickt praktisch anzuwenden. Wollen, Wissen und Können muss der Mensch, um eine (zielbewusste) That zu vollbringen.

Wollen, Wissen und Können sind also die drei Elemente der That. Erforderlich sind sie und zureichend. Das Wollen bestimmt die That teleologisch, das Wissen logisch, das Können sachlich. Die That ist eine Dreifaltigkeit und tritt in Erscheinung als Dreiakt: Der erste Akt ist die Funktion des Wollens, der zweite die des Wissens, der dritte die des Könnens. Wir wollen nun uns die drei Elemente etwas näher ansehen.

Das Wollen geht voran. Jede That muss zweckmässig und zielbewusst sein. Der Zweck bestimmt die That; alles übrige ist nur Mittel. Die vom Menschen angestrebten Zwecke sind zwar unendlich verschieden, ihre Unendlichkeit verwandelt sich aber in eine Vierfältigkeit, wenn wir sie nach unseren Grundtrieben ordnen: nach den Trieben zum Guten, zum Wahren, zum Schönen und zum Nützlichen. Gerne möchte jedermann stets derart handeln, dass seine Handlung gut, wahr, schön und nützlich zugleich wäre. Aeussere Umstände bewirken indes gewöhnlich, dass nicht allen Grundtrieben zugleich Folge geleistet wird. Aber die allgemeine Tendenz ist beim Menschen nicht zu verleugnen. Darum *sind die Triebe nach dem Guten, dem Wahren, dem Schönen und dem Nützlichen die vier Elemente des Willens.* Befolgen wir eine Denkmethode, welche der des Chemikers ähnlich ist, so gelangen wir, ohne Mystik zu treiben, zu einer Formel des Willens, wie wir gleich sehen werden.

Unendlich verschieden sind die organischen Stoffe, in denen der Chemiker bloss vier Elemente nachweist: Kohlenstoff (C), Wasserstoff (H), Sauerstoff (O) und Stickstoff (N). Mit: m, n, p, q bezeichnet er ferner Koeffiziente, welche verschiedene positive Zahlenwerte (mitunter auch 0) erlangen können, und fasst jenes kaum ermessliche faktische Feld in einer Formel zusammen:

$$A = C_m H_n O_p N_q$$

Der menschliche Wille erscheint uns ebenfalls aus vier Elementen derart zusammengesetzt, dass die einzelnen Elemente in verschiedenen Grössenwerten jedesmal auftreten. Bezeichnen wir mit m, n, p, q diese Grössenwerte, so sind unsere Koeffizienten von denen des Chemikers nur insofern verschieden, als sie bei uns alle positiven und negativen Werte von $+\infty$ bis $-\infty$ erhalten können, weil die chemischen Elemente notwendig nur positiv sind, die Willenstriebe dagegen positiv und negativ sein können, denn dem Guten, Wahren, Schönen und Nützlichen steht als Gegensatz das Böse, Falsche, Hässliche und Schädliche. Bezeichnen wir nun

den	Willen	mit $\mathfrak{W}$,
das	$\pm$ Gute	mit G,
das	$\pm$ Wahre	mit W,
das	$\pm$ Schöne	mit S,
das	$\pm$ Nützliche	mit N,

so gelangen wir zu einer Formel des Willens, welche zwei unendliche Grenzwerte besitzt. Die positive Grenze, die uns den göttlichen Willen darstelle, ist:

$$\mathfrak{W}_{max} = G_{+\infty} W_{+\infty} S_{+\infty} N_{+\infty}$$

Der böse Wille ist dargestellt durch die negative Grenze:

$$\mathfrak{W}_{min} = G_{-\infty} W_{-\infty} S_{-\infty} N_{-\infty}$$

Zwischen den beiden ideellen Grenzen bewegt sich der reelle menschliche Wille, dessen allgemeine Formel ist:

$$\mathfrak{W} = G_m W_n S_p N_q$$

So lange der Mensch lebt, haben die Koeffizienten positive oder negative Werte, wenigstens einer derselben. Sind $n = p = q = 0$, so ist der Wille nur auf das Gute gerichtet, d. h. nur durch den Trieb nach dem Guten bedingt. Diesen Fall bezeichnen wir mit:

$$\mathfrak{W}_1 = G$$

Sind $m = p = q = 0$, so haben wir das Suchen nach dem Wahren, dessen Formel ist:

$$\mathfrak{W}_2 = W$$

Sind $m = n = q = 0$, so ist das das Streben nach dem Schönen, und seine Formel ist:

$$\mathfrak{W}_3 = S$$

Sind $m = n = p = 0$, so ist das Anstreben des Nützlichen, das zur Formel hat:

$$\mathfrak{W}_4 = N$$

So viel über die Beschaffenheit des Willens. Wer Lust hat, kann die bezeichnete Analyse weiter verfolgen.



Wie wird nun die menschliche That durch den Willen bestimmt? Eingedenk des Vorhergesagten, meinen wir hier nur die teleologische Bestimmung. Die dadurch bedingten vier Richtungen verzweigen sich noch je nach den Einzelfächern des Wissens und des Könnens. So entstehen all die unzähligen Handlungen des Menschen, die man gewöhnlich wieder in Spezialitäten, Berufe oder Stände zusammenfasst, welche die Verteilung der Arbeit in der Gesellschaft darstellen. Suchen wir eine erschöpfende Klassifikation der Stände, so teilen wir die Gesellschaft in folgende Ingredienzien ein: Regierung und Geistlichkeit, Rechtsvertretung, Aerzte und Militär, Lehrer und Gelehrte, Künstler, Techniker, Geschäftsleute und Arbeiter.

Diese Mannigfaltigkeit verwandelt sich abermals zu einer Vierfältigkeit, unter Berücksichtigung der Zusammensetzung des Willens aus G, W, S und N. Regierung, Geistlichkeit, Rechtsvertretung, Aerzte und Militär besorgen das Wohl der Gesellschaft. Darum reihen wir sie alle zu $\mathfrak{W}_1 = G$. Lehrer und Gelehrte suchen unser Wissen zu vermehren und zu verbreiten. Wir rechnen sie deshalb zu $\mathfrak{W}_2 = W$. Künstler verschönern uns das Leben, warum wir sie unter $\mathfrak{W}_3 = S$ einreihen. Techniker, Geschäftsleute und Arbeiter erzielen das Nützliche und stellen sich unter $\mathfrak{W}_4 = N$ ein. Alle die Abstufungen, die man in der Wirklichkeit sieht, deuten darauf hin, dass die Koeffizienten m, n, p, q unter verschiedenen Grössen vorhanden sind.

Die vierteilige Gruppierung der Stände lässt erkennen, dass sie vier Funktionen in der Gesellschaft erfüllen, die sich in G, W, S und N kennzeichnen. Eine jede dieser Funktionen zerfällt wieder in zwei Erscheinungsformen, von denen die erste eine Grundform, die zweite ihre praktische Verwirklichung ist. So ist das Gute in der Gesellschaft vertreten durch: Ethik und Recht (Grundform) und durch Gesellschaftsleitung (Ausführungsform); das Wahre durch Wissenschaft (Grundform) und durch Unterricht (Ausführungsform); das Schöne durch die schaffende Kunst (Grundform) und durch ausführende Kunst (Ausführungsform); das Nützliche durch Technik (Grundform) und Wirtschaft (Ausführungsform).

Das sind die machenden Kräfte der Gesellschaft. Natürlich wirken sie alle insgesamt und beeinflussen sich stets gegenseitig. Haben wir aber in der entwickelten Ansicht festen Fuss gefasst, so erkennen wir die verwickeltsten gesellschaftlichen Erscheinungen als eine Kundgebung der vier machenden Kräfte.

Das Wollen ist nun genug aufgeklärt. Wir wenden uns nun dem zweiten Element der That, dem Wissen zu.

Worin besteht das Wissen (Kennen)? Ich kenne einen, wenn ich seine Handlungen voraussagen kann. Dasselbe gilt von jedem Wissen. *Heinrich Hertz* sagt (Prinzipien der Mechanik, Einleitung 1894): „Es ist die nächste und in gewissem Sinne wichtigste Aufgabe unserer bewussten Naturerkenntnis, dass sie uns befähige, zukünftige Erfahrungen vorauszusehen, um nach dieser Voraussicht unser gegenwärtiges Handeln einrichten zu können". Das Wissen befähigt uns zu einer doppelten Prophezeiung: nach vorwärts und rückwärts (*Ernst Mach*), indem wir von einer gegebenen Sachlage auf die folgenden oder auf die vorhergegangenen richtig schliessen können. Das Ziel alles Wissens ist dieses. Was wir aber überhaupt mit dem Worte Wissen bezeichnen, ist eigentlich die Befähigung, Erscheinungen in Gedanken derart zu verfolgen, dass die denknotwendige Verkettung dieser Bilder mit der naturnotwendigen Verkettung der Erscheinungen parallel ablaufen. Diese Sachlage wird unter dem Ausdrucke „Beherrschung der Thatsachen in Gedanken" verstanden. Das ist die Beschaffenheit des Wissens, wie es auch herangebildet werden und heissen mag: Empirismus, gesunder Menschenverstand, Wissenschaft.

Nun wenden wir uns dem dritten Elemente der That, dem Können zu. „Ich weiss, wie das zu machen ist" und „Ich kann das machen", sind zwei verschiedene Dinge. Unter „Können" verstehen wir alles, was genannt wird: Geschicklichkeit, Gewandtheit, Handfertigkeit, Gepflogenheit, Tradition, Routine, Gewerbe, alles, was angeeignet wird durch Uebung, Nachahmung, was sich in rein mechanische Kunstgriffe auflöst, was feste Regeln und Rezepte befolgt und in seiner höchsten Entwickelung bloss zur Virtuosität führt. In jedem Beruf unterscheiden wir Leute, die sich bei der Ausübung desselben geistig beteiligen und solche, die nicht über die Vorschriften hinauskommen. Letztere nennen wir mit gutem Grund blosse Handwerker. Desgleichen ist die überwiegende Menschenzahl, die Masse. Nur in der Form eines Kodex versteht sie Ethik, Religion und Recht; das Wahre begreift sie nur als Formel; das Schöne nur als Mode; das Nützliche nur als Rezept. Sie hat keine Selbständigkeit, ausser Herdeninstinkte, keine Persönlichkeit, ausser der des Durchschnittsmenschen, keine Triebe, ausser erlaubten. Sie wünscht beherrscht und geleitet zu werden, weil sie des inneren Herrschers ledig ist, der Intuition, des Schaffungsvermögens, des psychologischen Kernes des Wollens. So viel über das Können allgemein.

Das sind die drei Elemente der menschlichen That, welche dieselbe zu einem Dreiakt gestalten: das Wollen (dessen Funktion der erste Akt ist), das Wissen (der zweite Akt) und das Können (der dritte Akt). Das Tier erhebt sich nicht über den dritten Akt: der Instinkt selbst der höheren Tiere ist nur ein Können. So geschickt auch manche Tiere ihre Wohnungen bauen, so finden wir hier doch nichts ausser vererbter Routine. Der Mensch ist aber mit einer höheren Gabe versehen. Das ist die Intuition. Sie verleiht dem Wollen seine konkrete Form, die man Ziel und Zweck nennt. Sie entschleiert auch die Wege zum Ziele und die Mittel zum Zweck. Hat man ein Ziel, einen Zweck vor, so liegen die Wege und Mittel in der Regel nicht offen. Man muss sie erst erschauen.

Das tierische Dasein und das Leben des Menschen bieten uns noch eine Verschiedenheit dar: das Tier ist der Natur unterthänig, der Mensch ist der Natur überlegen. Indem wir uns aber zu dieser wichtigen Frage wenden, wollen wir nicht jene Allgemeinheiten wiederholen, bei deren Missbrauch mit Hochmut ohne weiteres ausgerufen wird: „Der Mensch ist Herr über die Natur!" und damit Punktum. Denn so unbedingt beherrschen wir die Natur nicht. Ein sonderbares Benehmen zeichnet den Allbeherrscher aus bei Schiffbruch, Kesselexplosion, Ueberschwemmung, Brand u. dgl. Unsere Beherrschung der Natur ist somit nicht unbedingt: es ist hier ein Ja und ein Nein vorhanden. Wir werden versuchen, die Grenze zwischen beiden zu ziehen.

Die machenden Kräfte des tierischen Daseins sind ergründet worden von den Biologen: *Lamarck*, *Wallace*, *Darwin*, *Spencer*, *Häckel*, *Weissmann* u. a. Ihre Forschung ergab das biologische Prinzip des Lebens, welches bei *Spencer* in die Formel gekleidet wird: „Das Organische passt sich dem Anorganischen an". *Spencer* sieht in allem Leben, in aller Evolution, nichts mehr, als „die Anpassung der inneren Verhältnisse an die äusseren".

Betrachtet man das Menschenleben, so erscheint, nach unserer Ansicht, das biologische Prinzip wohl notwendig, aber nicht zureichend: der Mensch passt sich zwar den Naturverhältnissen an, aber in einem noch grösseren Masse übt er auf die Natur in entgegengesetzter Richtung eine Einwirkung aus, seine Umgebung seinen Forderungen gemäss anpassend. Dem biologischen Prinzip stellt der Mensch das technologische zur Seite und schwächt vermöge dieses Prinzips die Wirkung des ersteren sehr bedeutend ab. Mit dieser Aussage lehne ich mich an *Lester Word* an, nur nimmt er das biologische Prinzip nicht in der allgemeinen Fassung und stellt ihm das psychologische Prinzip zur Seite. Ich nenne das zweite Prinzip des Menschenlebens *„das technologische Prinzip"* auch dann, wenn man die Bethätigung desselben nicht nur in der Technik als solchen betrachtet, indem ich mich dem allgemeinen Sprachgebrauch füge, der in jeder Thätigkeit eine spezielle Technik hervorhebt. Im letzteren Sinne spricht man bekanntlich von einer Technik des Gesetzgebers, des Richters, des Arztes, des Pädagogen, des Forschers, des Künstlers, des Geschäftsmannes u. s. w. Technik in diesem Sinne fasst die Gesamtheit der Kunstgriffe zusammen, die das Können einer speziellen Thätigkeit ausmachen, oder, in anderen Worten, umfasst alles, was die Routine für die zweckmässige Ausübung einer Thätigkeit empirisch ergibt. Mit einem Wort, das Können in einer jeden Thätigkeit wird

im allgemeinen Sprachgebrauch wieder mit Technik benannt. Auf diesen doppelten Gebrauch des Wortes Technik haben wir a. a. O. (*D. p. J.* **312** 97) bereits hingewiesen. Verschwindet er, so wird man dies nicht bereuen, solange er aber dauert, kann man sich seiner bedienen, die nötige Vorsicht vorausgesetzt, dass man durch den Doppelsinn nicht irregeführt werde. Unter dieser Voraussetzung nennen wir das zweite Prinzip des Menschenlebens „das technologische Prinzip“.

Das biologische Prinzip nimmt als gegeben die äusseren Naturverhältnisse auf und will nach diesen die inneren Menschenverhältnisse modifiziert und angepasst wissen. Das technologische Prinzip dagegen, nimmt als gegeben die inneren Verhältnisse auf und lehrt, der Mensch passe die äusseren diesen an.

Diese zwei Prinzipien erscheinen notwendig und zureichend, um das Menschenleben zu verstehen. Ob uns dieser Weg zu einem Monismus führt, oder von einem solchen entfernt, bleibe hier unerörtert. Wir wenden uns dem technologischen Prinzipe zu. Unzählig sind die Beispiele, wo der Mensch seine Umgebung gemäss seinen Bedürfnissen umgestaltet. Was Erziehung heisst, ist nichts anderes, als die zweckmässige Umgestaltung des menschlichen Geistes, gerichtet auf Aneignung des Guten, des Wahren, des Schönen und des Nützlichen. Das Gute anstrebend, bekämpft der Mensch mühevoll das Böse. Dem Wahren nachjagend, wartet er nicht, bis die erwünschte Erscheinung von selbst eintrete: er macht Experimente, d. h. greift planmässig in die Erscheinungen ein und ruft künstlich diejenigen hervor, die seinen Zwecken entsprechen. Nach dem Schönen ringend, beseitigt er thatsächlich das Unschöne und reiht natürliche Sachen so aneinander, wie es ihm sein ästhetisches Gefühl gebeut. Desgleichen im Nützlichen: er entreisst dem Erdenschoss die ihm nötigen Stoffe. Er zeugt Kunstwälder, Nutzpflanzen, Haustiere, und aus denselben wieder Kunstprodukte aller Art. Er ebnet seine Wege, überspannt die Wässer, durchbohrt die Berge und durchkreuzt die Seen mit aller Zuversicht und Bequemlichkeit. Er schickt sein Wort über den Erdball herum und verewigt es zu Gunsten der Nachkommenschaft.

Alle Klimata, alle Regionen sind dem Menschen wohnbar. Warum? Weil er sich mit einem künstlichen Mikrokosmos umgibt, der ihm die zweite Natur geworden und weil er, wie die Schnecke, seinen Mikrokosmos überall mit sich trägt. Aber weder die Schnecke, noch irgend eines von den Tieren kann es ihm nachmachen, weil eben das Tier dem Makrokosmos ausgesetzt ist und sich diesem anpassen muss, der Mensch dagegen diesen in einen Mikrokosmos künstlich verarbeitet, der seinen Bedürfnissen angepasst ist.

So ist der Mensch nicht nur ζῶον πολιτικόν, nicht nur sapiens, nicht a tool making animal, sondern er ist noch mehr: ein *ζῶον τεχνικόν, ein technisches Wesen, d. i. ein solches, welches Willenskonzepte erzeugt, intuitiv die Zwecke und Mittel erschaut, die seinem Willen entsprechen, und sie auch erreicht, auf Grund der erkannten Naturnotwendigkeit, indem er die ihn umgebende Natur plan- und zweckmässig umgestaltet.*

Eine Beherrschung der Natur darf sich der Mensch nicht anrühmen, wohl aber eine Ausnutzung. Er vermag nur das eine: der Natur verhelfen, sich nach einer von ihm angeplanten Richtung zu bethätigen. Jedesmal muss er sich aber der Naturnotwendigkeit unterwerfen. Seine Zwecke kann er nur erreichen, indem er die Bedingungen der Natur auf das peinlichste erfüllt.

Die scheinbare Beherrschung der Natur beruht nur auf der Wahrnehmung, dass die Natur sozusagen blind vor sich geht und dass sie latente Kräfte im Schosse birgt, deren Auslösung geringere Kraft erfordert, als sie selbst entwickeln. Immerhin ist indessen die Kraft des Menschen unendlich klein, im Verhältnis zu den Kräften der Natur. Wie man sich das Eingreifen des Menschen in die Natur vorzustellen hat, wissen wir schon (*D. p. J.* **312** 129). Zu den zwei vorgeführten Beispielen wollen wir nun noch ein drittes beifügen:

Natürliche Kohlen- und Torflager geraten zuweilen in Brand durch Selbstentzündung. Dieselbe Erscheinung ruft der Mensch auch künstlich hervor, indem er alles, was sie natürlich bedingt, örtlich und zeitlich zusammenbringt. Er fördert die im Erdenschoss ruhende Kohle ans Tageslicht und schafft sie in seinen Ofen. Er entnimmt der Natur Holz, Phosphor und andere Stoffe und bearbeitet sie zweckmässig, um Zündzeug herzustellen. Ist alles am Platz, so bleibt ihm ein leicht zu verrichtender Kunstgriff übrig, um die Energie der Kohle auszulösen. Vergleichen wir die Energie, welche das Streichen eines Zündhölzchens erfordert, mit der von der Kohle abgegebenen, so gelangen wir auf diesem Wege nicht zur Lösung unserer Frage. Wir werden auch nicht glücklicher sein, wenn wir die Summe aller aufgewendeten Energie in Betracht ziehen, welche das Ausgraben, der Transport, die mechanische und chemische Bearbeitung verschlungen. Es bleibt immer ein Rest, und ein bedeutender, der in keiner konstanten Beziehung zu ihr steht. Auch das hilft uns nichts, wenn wir nacheinander alle technischen Kunstgriffe einer solchen Analyse unterziehen. Mitunter bemerken wir gar, dass der Mensch mehr Energie aufwendet, als ihm zurückerstattet wird. So in der Verarbeitung der Faserstoffe, im Spinnen, Weben, Färben.

Bessere Einsicht aber erlangen wir, wenn wir unser Augenmerk von der quantitativen Schätzung ab-, der qualitativen zuwenden. Das entflammte Kohlenlager und das angemachte Rostfeuer sind gleiche physikalische Vorgänge, für den Menschen sind sie jedoch grundsätzlich verschieden. Dem ersteren will er vorbeugen, das zweite will er hervorrufen. Aber wie? Die natürlichen Bedingungen der Erscheinung ergründend, macht er eine Entdeckung, dass in der Natur latente Kräfte vorhanden, d. h. solche Kräfte, die, so lange sie latent sind, keine Wirkung ausüben, und zu deren Auslösung eine verschwindend kleinere Kraft anzuwenden ist.

Das Prinzip der Auslösung (*D. p. J.* 1899 **312** 98 und 99) bietet somit dem Menschen die Möglichkeit, mit seiner geringen Kraft die ungeheueren Kräfte der Natur so einzuleiten, wie er es will. Alles Eingreifen des Menschen in die Natur erklärt sich aus diesem Prinzip.

Noch ein paar Worte über das technologische Prinzip der menschlichen Existenz. Wie gesagt, stehen ihm die Biologen fern. Sie sprechen nur von dem biologischen. Dieses deckt indes nur die animalen Bedürfnisse des Menschen, die ihn nie über dem Tiere erhoben hätten. Alles das, was das Menschenleben der Wissenschaft, der Kunst und der Technik verdankt, was somit den Menschen erst zum Menschen macht, bleibt dann unerklärt. Darum hören wir aufrichtige Evolutionisten ausrufen: ein *Rafael*, ein *Newton* sind nach ihrem Prinzip unbegreiflich. So ist es auch. Solch eine Intelligenz kann sich unmöglich ausbilden bloss unter dem Zwange, „ihre inneren Verhältnisse den äusseren anzupassen“, weil ihre inneren Verhältnisse turmhoch über die äusseren hinausgewachsen sind. Wären *Rafael* und *Newton* für die Menschheit überflüssig, dann hätten doch die Evolutionisten recht. Derweil solche Genien aber zu den grössten Wohlthätern der Menschheit zählen, so ist die moderne Evolutionstheorie, da sie über diese Kernfrage schweigt, schon aus diesem Grunde unzureichend und will ergänzt werden, um auf das Menschenleben Anwendung zu finden.

Die Anpassung der äusseren Verhältnisse an die inneren, was wir mit dem Namen „technologisches Prinzip“ nennen, verleiht die erwünschte Ergänzung. Es ist selbstredend, dass das neue Prinzip ebenso wie das alte bis ins Detail ausgearbeitet werden will. Ein dankbares Forschungsgebiet für kommende geniale Köpfe!

Derweil sich der Mensch dem Zwange entzieht, seinen Organismus den Naturverhältnissen anzupassen, wird es sich wahrscheinlich erweisen, dass das Menschengeschlecht bedeutend älter ist, als die uns jetzt umgebende Tierwelt.

(Fortsetzung folgt.)



Amerikanische Lokomotiven in Europa.

Unter dem Titel „Amerikanische Lokomotiven in Grossbritannien“ wurde in *D. p. J.* 1899 **314** 48 über die Thatsache der Einführung von Lokomotiven aus Nordamerika nach England kurz berichtet und auf den Umstand hingewiesen, dass über die bisher eingehaltenen Grenzen hinaus die amerikanische Technik gegen die europäische als nicht zu unterschätzender Wettbewerber auftrete. In den interessierten technischen und finanziellen Kreisen hat begreiflicherweise die Notlage, welche die englischen Bahnen zwang, ihre Bedürfnisse an Rollmaterial im Ausland zu decken, seinerzeit genug Staub aufgeworfen; unterdessen hat aber die Strömung sich weiter Bahn gebrochen, und dem Beispiel der Midlandbahn sind eine Reihe anderer Gesellschaften gefolgt. England wird mit amerikanischen Lokomotiven geradezu überschwemmt.

Was aber vor allem die Technik des europäischen Kontinents zum Kampf zu fordern geeignet ist, das ist der Umstand, dass die amerikanische Bewerbung auch schon diesseits des Kanals Erfolge aufzuweisen hat, abgesehen von dem fehlgeschlagenen Versuch, den die *Baldwin*'schen Werke in Philadelphia gegenüber der sächsischen Staatsbahn gemacht haben. Bekannt ist die Vorherrschaft der amerikanischen Fabriken über die europäischen bei der Beschaffung des Fahrparks für die japanischen, chinesischen, südafrikanischen Bahnen.

In folgendem soll auf die einzelnen Fälle, in welchen seitens der alten Welt Bestellungen auf Lokomotiven an die amerikanischen Werke vergeben wurden, näher eingegangen werden.

Was zunächst das Vorgehen der *englischen* Bahngesellschaften betrifft, so ist wohl *die* Erscheinung die auffallendste, dass die Fabriken des Festlandes bei den grossen Bestellungen keine Berücksichtigung gefunden haben; wenigstens ist von einer solchen bis auf einen einzigen Fall nichts bekannt geworden. Sind politische Gründe dabei massgebend gewesen? Es ist kaum anzunehmen; denn sonst sind die Engländer auch in Dingen von grösserer politischer Bedeutung, als einer Lieferung von Lokomotiven beizumessen ist, nicht gerade heikel und verschmähen das „made in Germany“ nicht — von Ereignissen der neuesten Zeit nicht näher zu reden.

Die in den Prinzipien des amerikanischen Maschinenbaues begründete Einfachheit der Herstellung und daher ermöglichte Billigkeit hat jedenfalls bei der Vergebung der Lokomotiven eher den Ausschlag gegeben, so dass, auch die Transportkosten und Eingangszölle einbegriffen, das Angebot der amerikanischen Lokomotivwerke vorzuziehen war.

Merkwürdig bleibt ausserdem noch überhaupt der Umstand, dass die Engländer fremde Hilfe in Anspruch nehmen in diesem Fall, während sie bisher gerade im Eisenbahnwesen vollständig auf eigenen Füssen standen, in strenger Abgeschlossenheit sich auf die eigenen Kräfte verliessen und sehr selten sich um das Ausland kümmerten, wenn es galt, einem Mangel an Betriebsmaterial abzuhelfen. Es ist nämlich im ganzen, seitdem es Eisenbahnen gibt, nur *viermal* vorgekommen, dass Lokomotiven in England eingeführt worden sind, wenn man von der nun zu besprechenden „Einwanderung“ aus Amerika absieht. Das letzte, zugleich bekannteste, Beispiel dieser Art waren die *Abt*'schen Zahnradlokomotiven der *Lokomotivfabrik Winterthur* für die 1895 eröffnete Snowdonbergbahn in Wales, welche durch das Unglück bei der Eröffnungsfahrt eine unangenehme Berühmtheit erlangt haben.

Nach diesen allgemeinen Erörterungen mögen nun dem vorliegenden Thema entsprechend, die in Frage stehenden Lokomotiven genauer betrachtet werden.

Wie schon angedeutet, ist es bei der Ablieferung an die *Midlandbahn* nicht geblieben. Infolge der Unfähigkeit der englischen Fabriken und Bahnwerkstätten, mit der nötigen Schnelligkeit und Ausgiebigkeit dem steigenden Mangel der Gesellschaften an Lokomotiven zu begegnen, haben sich auch die Nordbahn, die Zentralbahn, die Barryeisenbahn und die Port Talbotbahn dazu verstehen müssen, ihre Zuflucht zu verschiedenen nordamerikanischen Werken zu nehmen. In manchen Fällen hat es allerdings den Anschein, als ob es sich gleichzeitig um einen technischen Versuch gehandelt habe.

Aeusserlich verraten sämtliche aus Amerika bezogenen Maschinen ihre Herstammung auf den ersten Blick. Die Eigenheiten der amerikanischen Bauart sind mit einiger Anpassung an europäische bezw. englische Normen beibehalten: äussere Cylinder mit darüber liegenden Schieberkästen, innerhalb der Rahmen liegende Stephenson-Steuerung mit Uebertragung nach aussen mittels Zwischenhebels an der Kulisse, innere Barrenrahmen von der bekannten luftigen Anordnung, Quersattel als Kesselträger zur Cylinderversteifung, die meist verlängerte Rauchkammer, manchmal noch der Wagon-top-Kessel (Uebergang des cylindrischen Langkessels in die sehr verbreiterte Feuerbüchse mittels konischen Schusses), und der sehr geräumige und helle, hochliegende Führerstand mit hölzernen Wänden. Diese Art des Führerstandes dürften sich viele englische Bahnen jetzt am Anfang des zwanzigsten Jahrhunderts zum Muster nehmen, denn auch bei den neuesten Ausführungen sieht man noch die erbärmlichsten, aus ein paar Blechstreifen zusammengesetzten Häuschen, welche höchstens die Kesselarmatur, nicht aber die Mannschaft vor der Unbill des Wetters schützen. Die Midlandbahn selbst und die Nordwestbahn, die beiden grössten englischen Gesellschaften, dürften hier vor allem mit einer Verbesserung eingreifen.

Was die Maschinen ihrer neuen Heimat haben zum Opfer bringen müssen, ist äusserlich der kräftige, rechenartige amerikanische Schienenräumer, der „cow catcher“ mit Zentralkuppelung, welcher durch den europäischen Pufferstossbalken ersetzt ist, und innerlich die stählerne Feuerkiste, welche bei *sämtlichen* nach Europa abgegangenen Maschinen durch eine *kupferne* vertreten wird. (Die englische Zeitschrift *Cassiers Magazine*. welche dem Artikel 1899 **314** 48 zu Grund liegt, hat darüber fälschlich berichtet, die Feuerbüchsen seien aus Flusseisen.)

1. Die *Midlandbahn* zunächst hat einen Teil ihres Bedarfes an Güterzuglokomotiven durch Bezug von 40 Lokomotiven aus Amerika gedeckt, wovon 30 den *Baldwin*-, 10 den *Schenektady-Werken* entstammen. Die Gesamtanordnung ist bei allen dieselbe und trägt in Amerika den Namen „Mogul“typus, nach dem Namen der ersten in dieser Bauart seinerzeit entstandenen Lokomotive. Der „Mogul“-typus war bisher in England fast unbekannt, hat jedoch auf dem Festland zahlreiche Vertreter und ist eine $^3/_4$ gekuppelte Maschinengattung in der Anordnung, dass vor die Cylinder eine radial einstellbare Laufachse gelegt ist, während die Feuerbüchse durch die letzte der drei gekuppelten Achsen gestützt wird. Ueberhängende Massen sind also vermieden; die Lokomotive hat einen grossen Radstand, dabei aber die nötige Gelenkigkeit in den Kurven; das Adhäsionsgewicht verteilt sich auf drei Achsen, wie bei der $^3/_3$ gekuppelten gewöhnlichen Güterzuglokomotive, deren Vorderachse jedoch als ungelenkige Achse mit grossen Raddurchmessern in den Kurven stark beansprucht wird. Da sich bei „Mogul“ das Totalgewicht auf vier Achsen zerlegt, so kann die Lokomotive ein bedeutend grösseres Gewicht, somit auch erhöhte Leistungsfähigkeit erhalten. Alles in allem eignet sich folglich die Lokomotive „Typus Mogul“ zur Beförderung schwerer *schnell*fahrender Züge. Für solche Zwecke hat diese Bauart seit einigen Jahren in Preussen Eingang gefunden; in der Schweiz aber ist sie allgemein gebräuchlich schon seit 1865, findet sich auf allen Hauptbahnen als Zwillings- und Verbundmaschine, als Lokomotive mit Schlepptender und als Tenderlokomotive, für Schnellzüge und Güterzüge, und zeichnet sich durch ihre allgemeine Verwendbarkeit aus, so dass auch die allerneuesten Schnellzuglokomotiven der



Schweizer Zentralbahn und Jura-Simplonbahn von der *Lokomotivfabrik Winterthur* wieder nach dem „Mogul“-typus in sehr grosser und schwerer Ausführung gebaut worden sind.

Um auf die Lokomotiven der *Midlandbahn* speziell überzugehen, so sind dieselben durch Fig. 1 und 2 dargestellt. (Fig. 1 ist eigentlich für die *Nordbahnmaschinen* gültig, indem die Midlandmaschinen gewisse, unwesentliche Unterschiede in der Kaminform, in der Anbringung des Sandkastens u. s. w. aufweisen.)

Die Abmessungen sind der englischen Zeitschrift *Locomotive magazine*, 1899 S. 91, 142, 191 (mit Photographien), entnommen.

Die Skizzen zeigen den Hauptunterschied der beiden Fabrikate; die *Baldwin*'schen Maschinen haben gewöhnlichen cylindrischen, die der *Schenektady-Werke* den Wagontop-Kessel. Letztere haben ausserdem verlängerte Rauchkammer und einen dreiachsigen Normaltender der Midlandbahn. Dagegen ist der Tender der *Baldwin*'schen

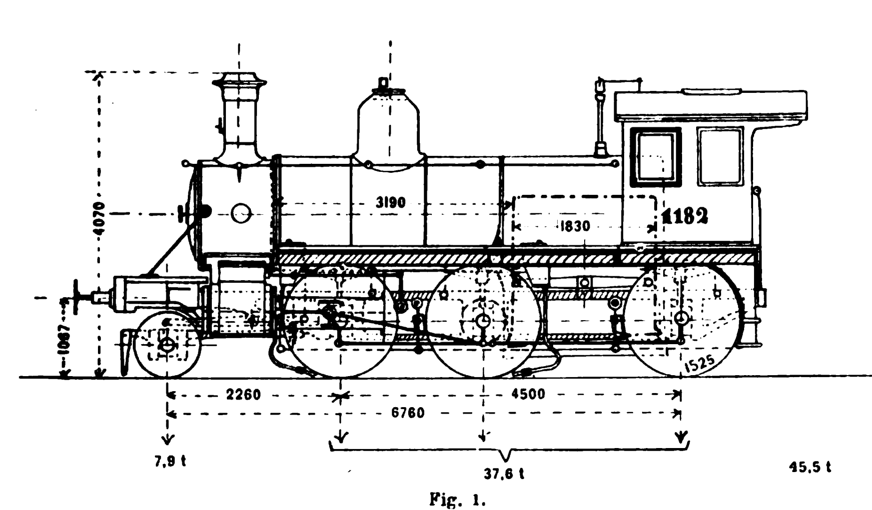


Fig. 1.

Güterzuglokomotive der englischen Nordbahn. $^1/_{100}$ nat. Grösse.

Serie nach amerikanischen Mustern mit zwei zweiachsigen Drehgestellen gebaut. Merkwürdigerweise geht bei den *Baldwin*'schen Lokomotiven die horizontale Cylindermittellinie nicht, wie stets üblich, durch das Radmittel, sondern exzentrisch einige Zoll über demselben vorbei. Da die

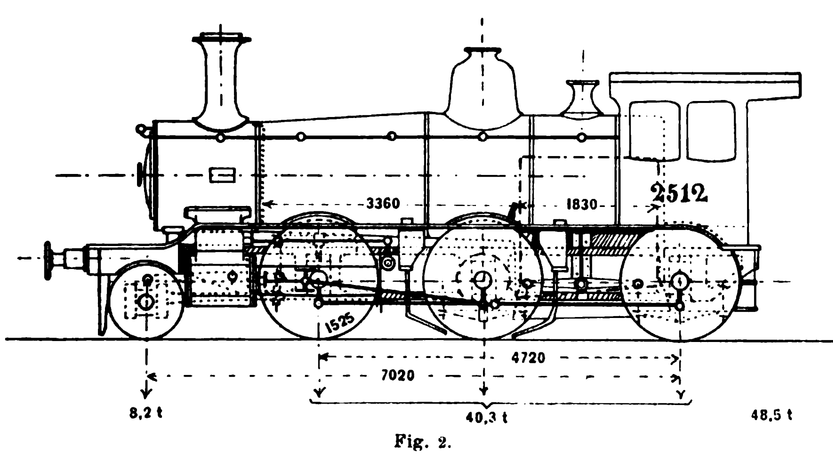


Fig. 2.

Güterzuglokomotive der Midlandbahn. $^1/_{100}$ nat. Grösse.

Lokomotive eine *doppelt* wirkende Dampfmaschine ist, so dürfte es schwer sein, für diese Anordnung einen genügenden theoretischen Grund aufzufinden; ein praktischer ist überhaupt nicht stichhaltig. Die wahrscheinliche Folge der Anordnung ist eine Art von Hinken im Gang der Maschine; beim Vorwärtsgang der Kolben wird eine bedeutend grössere Tangentialkraft als beim Rückgang auftreten (beim Vorwärtsfahren der Lokomotive).

Lässt man die Hauptabmessungen vorläufig ausser Betracht, so sind folgende Masse von Interesse:

			Baldwin	*Schenektady*
Feuerbüchse (Kupfer)	Länge		1830 mm	1830 mm
	Breite		845 „	805 „
	Tiefe		1950 „	1890 „
Rohre	Länge		3190 „	3350 „
	Anzahl		263	244
Aeusserer Kesseldurchmesser hinter der Rauchkammer			1422 mm	1372 mm
Laufraddurchmesser	Maschine		838 „	915 „
	Tender		915 „	1290 „
Tender	Achsenzahl		4	3
	Vorräte	Wasser	17,7 cbm	14,75 cbm
		Kohlen	6,1 t	6,0 t
	Dienstgewicht		36,0 „	40,6 „
Radstand	fest		4500 mm	4730 mm
	gesamt		6760 „	7020 „
	einschliesslich Tender		13110 „	13 110 „
Gesamtes Dienstgewicht (einschliesslich Tender)			81,6 t	89,0 t

Die Leistungsfaktoren und -verhältnisse der Maschinen sind in der folgenden Tabelle zusammengestellt. In dieselbe sind des Vergleichs halber in dritter Linie die entsprechenden Zahlen der neuen preussischen schnellfahrenden Verbundgüterzuglokomotive aufgenommen. An vierter Stelle finden sich die zugehörigen Werte einer jetzt nicht mehr vorhandenen Personenzugtenderlokomotive der *Schweizer Zentralbahn.* Dieselbe ist in den Werkstätten dieser Bahn 1865 entstanden und ist sehr wahrscheinlich die erste „Mogul“maschine auf europäischem Boden. Sie ist eines besonderen Interesses würdig, indem ihre Abmessungen für die damalige Zeit sehr stark gewählt und ihre Leistungen sehr befriedigend waren. Ihr Dienst bestand in der Beförderung der Personenzüge auf der Strecke Basel-Olten hauptsächlich, wo die Zufahrt zu dem berühmten Hauensteintunnel Steigungen bis zu 26,3 ‰ nötig gemacht hat. Die Aufgabe der Maschine war, unter entsprechenden Verhältnissen Züge vom Gewicht bis zu 300 t (einschliesslich Maschine) mit Geschwindigkeiten bis 65 km/Std. zu bewältigen. Ein wesentlicher Punkt in der Leistungsfähigkeit dieser alten Lokomotive war das oft gezeigte, manchmal geradezu verblüffend rasche Ingangbringen der Züge, mit Hilfe dessen sich auch die Beobachtung erklärt, dass im Personenzug oft selbst auf sehr geringe Stationsdistanzen *mittlere* Geschwindigkeiten bis zu 60 km/Std. erzielt wurden.

Die Maschine ist durch Fig. 3 wiedergegeben; in der Tabelle gilt:

Die *Maschinenzugkraft* ist

$$Z = 0{,}6 \frac{d^2 p s}{D}$$

bezw.

$$Z = 0{,}6 \frac{d_1^2 p s}{2 D} \text{ (Verbund),}$$

die *Reibung* zu

$$W = 0{,}167 \, L_a$$

gerechnet.

Ein Blick auf die Tabelle zeigt, dass die *Baldwin*'schen Maschinen vor denen der *Schenektady-Werke* den Vorzug verdienen. Bei ersteren sind nicht nur die Verhältnisse durchwegs bessere, sondern auch die Zugkraft absolut eine höhere, wobei die Werte von W und Z gut zu einander stimmen.

Der Vergleich mit den Werten der vorzüglich konstruierten preussischen Lokomotive, bei der übrigens infolge des Ueberschusses von Z über W wahrscheinlich leicht Schleudern eintritt, beweist, wie verschieden bekanntermassen die Ansprüche sind, welche diesseits und jenseits des Kanals an Güterzuglokomotiven gestellt werden. Die kleineren englischen Güterzüge werden mit ziemlich hohen Geschwindigkeiten (bis 64 km/Std.) gefahren, die dazu erforderlichen Maschinen sind nach diesseitigen Begriffen eher Personenzuglokomotiven für Bergdienst, haben daher

Hauptabmessungen einiger „Mogul“-Maschinen.

Bahn-Gesellschaft	Erbauer und Jahr der Entstehung		Maschine: Cylinderdurchmesser	Maschine: Kolbenhub	Maschine: Triebraddurchmesser	Kessel: Ueberdruck	Kessel: Heizfläche	Kessel: Rostfläche	Kessel: Rohre: Anzahl	Kessel: Rohre: Länge	Gewicht: Gesamtes	Gewicht: Adhäsions-	Zugkraft: Maschine	Zugkraft: Reibung	Verhältnisse: Heizfläche / Rostfläche	Verhältnisse: Heizfläche / Gesamtgewicht	Verhältnisse: Cylinderinhalt / Heizfläche	Verhältnisse: Zugkraft / Adhäsionsgewicht
			d	s	D	p	H	R	—	—	L	L_a	Z	W	$\frac{W}{R}$	$\frac{H}{L}$	$\frac{C}{H}$	$\frac{Z}{L_a}$
			mm	mm	mm	at	qm	qm	—	mm	t	t	kg	kg	—	qm/t	1/qm	kg/t
Midlandbahn	*Baldwin* . .	1899	457	610	1525	12,7	127	1,54	263	3190	45,5	37,6	6350	6280	82,5	2,8	0,79	169
	Schenektady .					11,3	116	1,48	244	3350	48,5	40,3-	5660	6730	78,5	2,39	0,86	140
Preussische Staatsbahn	Verschiedene .	1895	480/680	630	1350	12	138	2,3	224	4100	49,2	40,0	7720	6680	60	2,81	0,83	193
Schweizer Zentralbahn	*Olten* . . .	1865	450	660	1520	10	112	1,45	185	3750	50	43	5260	7180	77,3	2,24	0,94	122

kleinere Heizfläche und grössere Triebraddurchmesser, überhaupt schwächere Abmessungen. Die englische Betriebsweise entscheidet sich für leichtere, daher schneller fahrende, aber zahlreichere Züge, als bei uns üblich, was dem ganzen Lokomotivbau in England das Gepräge verliehen hat. Bei dem hier gewählten Beispiel einer preussischen Lokomotive tritt der Gegensatz nicht so scharf hervor, weil diese ihrer Bauart entsprechend schon mehr der *englischen* Güterzuglokomotive zuneigt, als der in Deutschland gebräuchlichen. Sehr deutlich dagegen könnte durch Gegenüberstellung der normalen dreifach gekuppelten dreiachsigen Güterzuglokomotiven einer deutschen und einer englischen Bahn die ungleiche Praxis beider Länder nachgewiesen werden.

Gemeinsam haben die beiden Lokomotivgattungen von *Baldwin* und *Schenektady* neben der Gesamtanordnung die Lagerung der vorderen Laufachse in einem „Bissel“-Gestell (Deichsel mit Drehzapfen zwischen den vorderen Triebrädern); die Stopfbüchsen sind mit der Metallpackung „United Kingdom“ versehen, die Schieber nach *Richardson* entlastet. Das Material der Kessel ist Stahl, das der Röhren und Feuerbüchse Kupfer. (Blechstärke der letzteren 12,7 mm.) Die Maschinen sind mit Vakuumbremse und mit Dampfsandstreuapparat ausgestattet, letzterer in doppelter Anordnung für Vor- und Rückwärtsfahren.

Die ganze Serie ist im regelmässigen Dienst thätig, Ergebnisse liegen zahlenmässig zur Beurteilung noch nicht vor, jedoch sind der Sachlage nach jedenfalls keine schlechten Resultate zu erwarten.

2. Die *Grosse Nordbahn* hat ebenfalls von *Baldwin* zehn Mogullokomotiven sich liefern lassen, welche nur unwesentlich von denen der Midlandbahn verschieden und durch Skizze 1 dargestellt sind. Was der hier nicht abgebildeten eigentlichen Midlandlokomotive ein etwas verändertes Aeussere verleiht, ist die Anbringung des ersten Sandkastens, welcher sonst nach englischer Manier sich unter dem Trittbrett befindet, als Dom auf dem vorderen Kesselschuss.

Fig. 3.

Ehemalige Personenzuglokomotive der Schweizer Zentralbahn. 1/100 nat. Grösse.

3. Unterdessen sind auch fünf von den für die *Zentralbahn* (ehemals Manchester-Sheffield- und Lincolnshirebahn) bei *Baldwin* bestellten zwanzig Mogulgüterzuglokomotiven angekommen und werden in den *Gorton-Werken* der Bahn montiert. Im grossen ganzen gleichen sie den für die Nordbahn gelieferten ziemlich, halten sich aber in den Einzelheiten genau an die Normalien der Bahn, für welche sie bestimmt sind.

Eine kurze Berechnung, welche ein Bild von der zu erwartenden Leistungsfähigkeit gibt, ist hier angebracht. Zum Gegenstand derselben sei eine der *Baldwin*'schen Lokomotiven genommen.

Die verfügbare Zugkraft von 6280 kg wird wohl selten zur Verwendung kommen, wenigstens wird dieselbe nicht durch Belastung oder Geschwindigkeit, sondern höchstens auf einer Steigung gegeben sein. Wie eine einfache Rechnung beweist, ist die höchste Zugkraft stets nur bei sehr geringer Fahrgeschwindigkeit vorhanden, da das Produkt $\frac{W \cdot V}{270} = N_e$ eine gewisse Grösse nicht überschreiten kann, welche durch die verhältnismässig kleine Heizfläche bestimmt ist. Wie schon erwähnt, sind die der englischen Güterzuglokomotive zugemuteten Lasten ziemlich klein, auch verhindern die grossen Triebräder mit der Belastung über eine gewisse Grenze hinauszugehen, um wieder in letzter Linie an die Heizfläche keine unmögliche Forderung zu stellen. Die Verminderung der Geschwindigkeit mit steigendem Zugwiderstand führt zu Werten, welche unter der Rentabilitätsgrenze liegen, und auch der Bauart der Lokomotive kaum entsprechen. Da die amerikanischen Maschinen an sich schon starke Blasrohrwirkung besitzen, die in England verwendeten Kohlen von besonderer Güte sind, und die Lokomotive nach unseren Begriffen als Personenzuglokomotive gelten kann, so dürfen jedenfalls hohe Ansprüche an die Heizfläche immerhin gestellt werden. Wenn auch der Adhäsionskoeffizient bis auf $^1/_5$ getrieben werden kann (während hier mit $^1/_6$ gerechnet ist), so dass $W = 7520$ kg wäre, und wenn auch bei sehr guter Kesselwirkung eine höhere Zugkraft, etwa $Z = W$, zu erreichen ist, so sind mit Rücksicht auf *Dauerleistung* ungünstigere Annahmen vorzuziehen.

Aus $\frac{W \cdot V}{270} = N_e$ ergibt sich $V = \frac{270}{W} N_e$, mit Einsetzung $V = \frac{270}{6280} N_e = 0{,}043\, N_e$ für die grösste Zugkraft. Durch Probieren ist nun ein passender Wert für N zu

finden, welcher mit dem aus dieser Gleichung zu erhaltenden V im Einklang steht, in Beachtung des Umstandes, dass die Leistung der Heizfläche eine Funktion der dieser Geschwindigkeit entsprechenden Tourenzahl der Maschine ist. Am besten passt der Wert $N_e = 508$ PS$_e$. Es ergibt sich nämlich $V = 22$ km/Std. rund, so dass, bei der zugehörigen Tourenzahl $n = 76$ per Minute, $\frac{N_e}{H} = 4$ PS$_e$/qm Heizfläche entfallen, was wohl möglich ist. Es frägt sich nun, was zu dem Widerstand $W = 6280$ kg am meisten beiträgt. Nimmt man gerade *horizontale* Bahn an, so findet sich durch Auflösung der Formel $W = G\left(2{,}4 + \frac{V^2}{1000}\right)$ nach G mit Einsetzung der für W und V gültigen Werte, dass $G = 2170$ t wäre als gesamtes Zuggewicht. Dies Ergebnis ist für englische Verhältnisse unbrauchbar im besonderen, und weil nur auf durchgehends horizontaler Strecke möglich, auch im allgemeinen nicht verwendbar. Mit Rücksicht auf Steigungen muss also unter allen Umständen eine viel kleinere Zugslast in Rechnung gezogen werden.

Eine längere Steigung betrage 10 ‰, dann ist für $W = 6280$ kg, $V = 22$ km/Std., $N_e = 508$ PS$_e$ nach dem Zugsgewicht G gefragt. Also:

$$6280 = G\left(2{,}4 + \frac{22^2}{1000} + 10\right), \quad G = \frac{6280}{12{,}9} = 487 \text{ t.}$$

Zieht man das Lokomotivgewicht ab, so ist die Maschine also im stande, ein Gewicht von etwa 400 t hinter dem Tender mit der Geschwindigkeit 22 km/Std. über eine Steigung von $^1/_{100}$ zu schaffen, wobei die Nutzleistung 508 PS beträgt, während die volle Zugkraft und Adhäsion der Maschine mit 6280 kg ausgenutzt wird.

Dieser Zug betrete die Horizontale. Die Geschwindigkeit steigt, bis die Grenze der Dampferzeugung erreicht ist. Dieser entspreche ein Verhältnis $\frac{N}{H} = 5{,}3$ PS$_e$/qm Heizfläche, was gerade noch in den Bereich der Möglichkeit fällt bei Berücksichtigung der obwaltenden Umstände. Es wird $N = 670$ PS$_e$ (weil $N = 5{,}3 \,.\, 127$). Es folgt $V = 61$ km/Std.; denn $W = 487\left(2{,}4 + \frac{61^2}{1000}\right) = 487 \,.\, 6{,}1 = 2980$ kg Zugkraft. Andererseits muss sein

$$N = \frac{W \,.\, V}{270} = \frac{2980 \,.\, 61}{270} = 670 \text{ PS}_e.$$

Der für V angenommene Wert ist also richtig gewählt.

Das Ergebnis ist demnach:

Die Maschine ist im stande, denselben Zug von 400 t hinter dem Tender auf der Horizontalen mit 61 km/Std. zu befördern, wobei die Nutzleistung 670 PS, die Zugkraft aber nur 2980 kg beträgt.

Dieser Zug besteht etwa aus Maschine mit Tender und 20 zweiachsigen Wägen von je 20 t Vollgewicht.

Fasst man die brauchbaren Resultate der Rechnung zusammen, so hat man den folgenden Ueberblick:

Zuglast t	Steigung $\frac{1}{n}$	Geschwindigkeit km/Std.	Zugkraft kg	Leistung PSe
(400 + 87)	$\frac{1}{100}$	22	6280	508
	0	61	2980	670

Dieser Ueberblick zeigt nebenbei in treffender Weise die Beziehungen zwischen Geschwindigkeit, Zugkraft und Leistung im allgemeinen und erklärt das mit steigender Geschwindigkeit nötig werdende Verringern der Füllung, welches geboten ist, um durch Verkleinern der Zugkraft die Leistung an die jeweilige Kesselwirkung anzupassen. Die Geschwindigkeit kann nur auf Kosten der Zugkraft gesteigert werden, was nicht nur seinen rein mechanischen Grund hat, sondern vor allem auch in der Natur des Lokomotivorganismus bedingt ist.

4. Die *Barryeisenbahn* hat von den *Cooke Lokomotivwerken* in Paterson, New Jersey, fünf Lokomotiven bezogen, welche in der äusseren Erscheinung sich an den gewöhnlichen Typus der englischen Tenderlokomotiven für gemischten Dienst anschliessen. Für ähnliche Zwecke ist die Bauart im letzten Jahrzehnt auch im Gebiet der preussischen und bayerischen Staatsbahnen aufgetreten; sie kennzeichnet sich durch dreifach gekuppelte Maschine mit hinterer kurvenbeweglicher Laufachse und mit seitlichen Wasserkästen. Die Cylinder hängen über, dagegen ist die Feuerbüchse gestützt.

Die Lokomotiven der Barryeisenbahn sind durch Fig. 4 dargestellt; die dazu gehörigen Angaben sind der Zeitschrift *Locomotive magazine,* 1899 S. 105 mit Skizze, 1900 S. 18 mit Photographie, entnommen.

Der amerikanische Barrenrahmen ist nur für die Triebachsen in Anwendung gekommen, während von der Feuerbüchse ab der gewöhnliche europäische Blechrahmen zur Aufnahme der radial einstellbaren Laufachse und zur Stütze des Führerstandes und des Kohlenbehälters dient. Die Laufachse ist nicht, wie in England üblich, in *Webb*'schen oder *Adams*'schen radialen Achsbüchsen, sondern in einem Bisselgestell gelagert, indem die Achsbüchsen durch ein besonderes deichselartiges Gestell vereinigt sind, dessen Drehpunkt in der Mitte zwischen beiden Hauptrahmen hinter der Feuerbüchse bezw. letzten Triebachse liegt. Der Oberbau der Lokomotive ist durchaus englisch: Langkessel aus drei Schüssen, deren mittlerer den Dom trägt, *Ramsbottom*'sches Federventil über der Feuerbüchse vor dem Führerstand, mässig lange Rauchkammer.

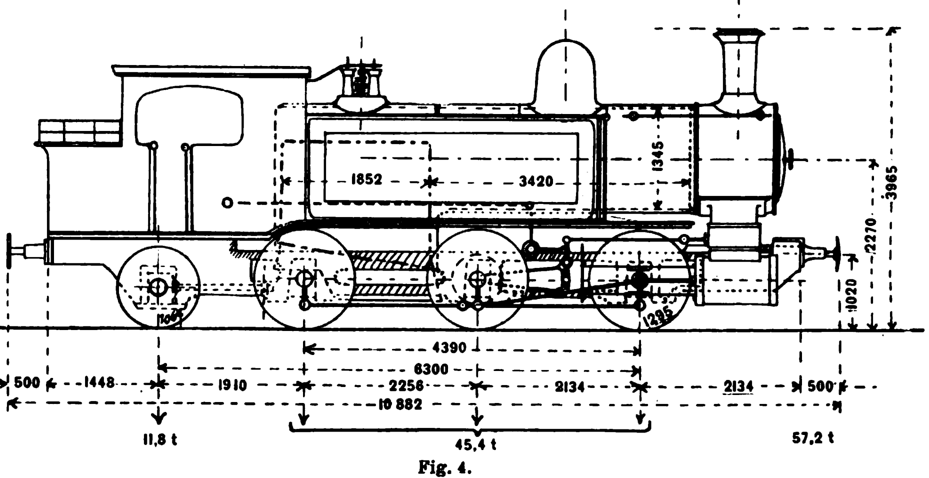


Fig. 4.
Tenderlokomotive der Barryeisenbahn. $^1/_{100}$ nat. Grösse.

Besondere Einzelheiten sind: die nach *Richardson* entlasteten Schieber, die Siederohre aus Messing, der sogen. „Auspuffinjektor“, eine durch den Cylinderabdampf betriebene Kesselspeisevorrichtung, über welche an anderer Stelle zu berichten wäre.

Die Lokomotive weist folgende Hauptabmessungen und Verhältnisse auf:

Kolbendurchmesser	d =	457 mm
Kolbenhub	s =	610 „
Triebraddurchmesser	D =	1295 „
Kesseldruck	p =	11,2 at
Gesamtheizfläche	H =	109 qm
Rostfläche	R =	1,95 „
Gesamtgewicht	L =	57,2 t
Adhäsionsgewicht	L_a =	45,3 „
Maschinenzugkraft	Z =	6680 kg
Reibungszugkraft	W =	7580 „
Verhältnisse: Heizfläche / Rostfläche	$\frac{H}{R}$ =	56
Heizfläche / Gesamtgewicht	$\frac{H}{L}$ =	1,9 qm/t
Cylinderinhalt / Heizfläche	$\frac{C}{H}$ =	0,92 l/qm
Zugkraft / Adhäsionsgewicht	$\frac{Z}{L_a}$ =	148 kg/t

Die Verhältnisse haben gute Werte für eine Zwillingstenderlokomotive. $\frac{Z}{L_a}$ dürfte etwas höher sein, da die Maschine nicht für Personenzüge bestimmt ist.

Zur Vervollständigung des Bildes dienen noch folgende Grössen:

Radstand	fest	4390	mm
	gesamt	6300	„
Ganze Länge		10882	„
Höhe	des Kaminrandes über $S.O$	3965	„
	der Kesselmitte über $S.O$	2270	„
Siederohre	Anzahl	181	
	Länge	3420	mm
	Aeusserer Durchmesser	50,8	„
Feuerbüchse (Kupfer)	Länge	1852	mm
	Breite	1020	„
	Tiefe vorn	1750	„
	Tiefe hinten	1330	„
Vorräte	Wasser	7,27	cbm
	Kohlen	1,78	t

Ausser der Verschmelzung amerikanischer und englischer Eigentümlichkeiten bietet diese Maschine nichts besonderes.

5. Die *Port Talbotbahn* endlich hat bei derselben Fabrik, *Cooke* in Paterson, N. J., drei Tenderlokomotiven von bedeutender Grösse bestellt, über welche *Locomotive magazine*, 1900 S. 76 mit Photographie, berichtet. Dieser Typus ist durch Fig. 5 vertreten.

Die Maschine ist vierfach gekuppelt und besitzt wie die vorige eine hintere gelenkige Laufachse und seitliche Wasserkästen.

Die vierfach gekuppelte Lokomotive mit Schlepptender findet sich in England nur auf der Nordwestbahn (mit *Webb*'scher Dreicylinder-Verbundanordnung), und zwar erst seit einigen Jahren. Ein Bedürfnis war dazu auch bei den leichten Güterzügen bisher nicht vorhanden.

Als *Tenderlokomotive* dazu ist die Maschine mit vier Triebachsen und *einem* Cylinderpaar eine seltene Erscheinung überhaupt, welche auf dem Festland, zumal auf Hauptbahnen, nur vereinzelt vorkommt, wie z. B. auf den Vereinigten Schweizerbahnen. In England zeigte sie sich einmal auf der Nordbahn, verschwand jedoch bald wieder. Gegenwärtig findet sie sich auf der Barryeisenbahn und auf der Port Talbotbahn neuerdings, durch die hier zu besprechenden Maschinen daselbst eingeführt.

Ein Hauptnachteil der vierfach gekuppelten Maschine ist der lange, ungelenkige Radstand. Werden die Triebachsen möglichst nahe zusammengerückt, so wird die Feuerbüchse des stets sehr grossen Kessels überhängend (die Cylinder hängen so wie so stets über), wodurch im ganzen die Maschine in Konstruktionsverhältnisse gerät, welche heutzutage mehr und mehr aufgegeben werden. Soll das Ueberhängen umgangen werden, so wird der Radstand sehr lang, wodurch im allgemeinen starke Beanspruchungen der Spurkränze sich einstellen. Diese Umstände haben bekanntlich zu der Konstruktion der kurvenbeweglichen Lokomotiven, Systeme *Mallet*, *Klose*, *Hagans*, geführt.

Die Amerikaner helfen sich in solchen Fällen in einer bei uns nicht zulässigen Weise, indem sie die Spurkränze der beiden mittleren Triebachsen weglassen. Dadurch wird wenigstens das Einzwängen in den Kurven vermieden, wenn auch die erste und letzte Achse parallel bleiben. Dieses Hilfsmittel ist auch bei den 4/5 gekuppelten Lokomotiven der Port Talbotbahn angewendet.

Im äusseren Aufbau hat diese Lokomotive eine grosse Aehnlichkeit mit der vorigen, welche sich bis auf die Einzelheiten erstreckt. Nur der Kessel ist hier nicht cylindrisch, sondern hat ausgedehnte Wagon-top-Form, indem schon der zweite Kesselschuss konisch gebildet ist; der Dom sitzt bereits auf dem erweiterten Teile. Der Unterbau der Maschine ist durchaus amerikanisch, die äusseren Formen des Oberbaues, von der Wagon-top-Bauart abgesehen, echt englisch.

Die Abmessungen sind gross gewählt und zwar:

Kolbendurchmesser	d	=	483	mm
Kolbenhub	s	=	610	„
Triebraddurchmesser	D	=	1320	„
Kesselüberdruck	p	=	12	at
Gesamtheizfläche	H	=	138	qm
Rostfläche	R	=	2,27	„
Gesamtgewicht	L	=	76,8	t
Adhäsionsgewicht	L_a	=	62	„
Maschinenzugkraft	Z	=	7750	kg
Reibungszugkraft	W	=	10350	„
Verhältnisse: Heizfläche / Rostfläche	$\frac{H}{R}$	=	61	
Heizfläche / Gesamtgewicht	$\frac{H}{L}$	=	1,8	qm/t
Cylinderinhalt / Heizfläche	$\frac{C}{H}$	=	0,8	l/qm
Zugkraft / Adhäsionsgewicht	$\frac{Z}{L_a}$	=	125	kg/t

Auch hier sind gute Verhältnisse wieder bis auf das letzte. Die Maschine ist im Verhältnis zu ihrem Gewicht zu schwach, d. h. unnötig schwer für ihre Zugkraft. Höchstens bei grosser Füllung wird das Adhäsionsgewicht gut ausgenutzt, wozu der grosse Kessel wahrscheinlich genügend Dampf liefert, um so mehr als $\frac{C}{H}$ einen guten Wert hat.

Ausserdem sind noch folgende Abmessungen von Interesse:

Radstand	fest	4730	mm
	gesamt	6740	„
Laufraddurchmesser		1067	„
Höhe Kesselmitte über $S.O$		2418	„
Kesseldurchmesser	an der Rauchkammer	1420	„
	am Dom	1555	„
Siederohre	Anzahl	219	
	Länge	3638	mm
	Durchmesser	50,8	„
Vorräte	Wasser	9,1	cbm
	Kohlen	2	t

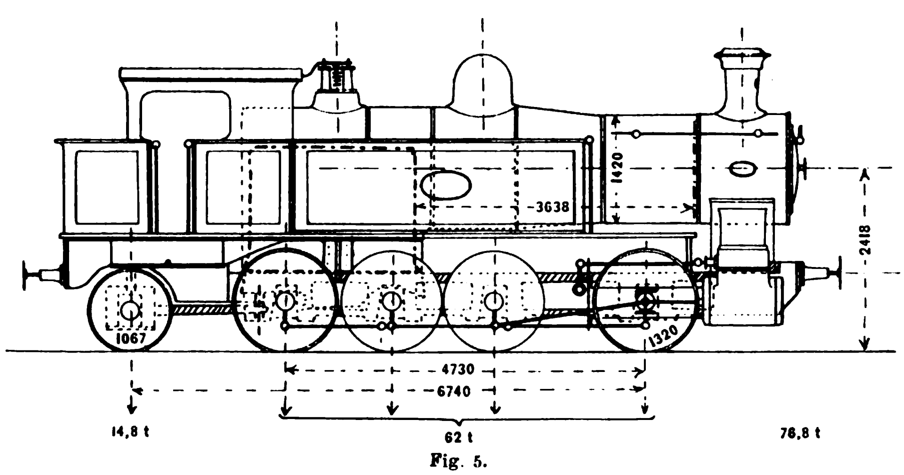


Fig. 5.

Lokomotive der Port Talbotbahn. 1/100 nat. Grösse.

Vergleicht man diese Maschine mit der vorigen, so ist ihre absolute Leistungsfähigkeit bedeutend höher als diejenige der letzteren, nicht nur was Zugkraft, sondern auch was die zu erwartende Leistung in Pferdekräften betrifft. Hinsichtlich der spezifischen Leistung jedoch verhält sich die Sache anders. Die Lokomotive der Barryeisenbahn nutzt ihr Adhäsionsgewicht besser aus, beansprucht also bei gleicher Leistung den Oberbau der Bahn weniger, jedoch hat sie schwierigere Dampfentwickelung, indem auf den Quadratmeter Heizfläche bei ihr 0,92 l Cylinderinhalt entfallen, bei der Lokomotive der Port Talbotbahn nur 0,8 l, so dass bei dieser die Heizfläche weniger angestrengt ist.

Rechnet man pro Quadratmeter Heizfläche 4,5 PS_e als höchste Leistung, so wäre bei der Lokomotive der Barryeisenbahn eine Totalleistung von 490 PS, bei derjenigen der Port Talbotbahn von 620 PS zu erwarten. In beiden Fällen würde die entsprechende Geschwindigkeit etwa 48 km/Std. betragen.



Die beförderte Zuglast wäre hinter dem Zughaken bei der ersten dabei 530 t, bei der zweiten 670 t in der Horizontalen, wobei die Zugkräfte 2750 bezw. 3490 kg erreichten.

Zur Beförderung dieser Zuglasten über eine andauernde Steigung von 8 ‰ bei der Geschwindigkeit von etwa 16 km/Std. sind die vollen Zugkräfte von 6680 bezw. 7750 kg nötig, während die entsprechenden Leistungen 330 bezw. 470 PS_e betragen würden, so dass der Quadratmeter Heizfläche 3 bezw. 3,4 PS_e aufzubringen hätte, was möglich ist.

Ueber Betriebsergebnisse und Brennmaterialverbrauch sind bis jetzt keine Berichte veröffentlicht worden.

In kurzer Zeit sind somit 78 Lokomotiven aus Nordamerika bis jetzt in England eingeführt worden. Ob es bei dieser Zahl bleiben wird, ist eine Frage der Zeit; sinkt die Nachfrage der Bahnen nach Rollmaterial, oder steigt die Produktionsfähigkeit der englischen Werke in genügendem Mass, was wohl beides kaum plötzlich eintreten wird, so hat es für einige Zeit sein Bewenden mit dieser Krisis, welche jedenfalls nicht ohne Einfluss auf den Verkehr zwischen England und Nordamerika, sowie auf gewerbliche Zustände auf englischem Boden selbst bleiben kann.

Verlassen wir das britische Inselreich und überschreiten den Kanal, so sehen wir auf französischem Boden zum erstenmal ebenfalls amerikanische Lokomotiven im Betrieb.

Eine Anzahl 2/4 gekuppelter Schnellzuglokomotiven sind nämlich an die französische Staatsbahn von den *Baldwin*'schen Werken geliefert worden, über welche *Locomotive Engineering*, 1900 S. 119 mit Photographie, berichtet. Dieselben sind nach wohlbekannten amerikanischen Mustern gebaut, die ersten nach dem Zwillingssystem (Cylinderdurchmesser 438 mm), alle folgenden bei im übrigen gleicher Ausführung nach dem *Vauclain*'schen Verbundsystem (*D. p. J.* 1898 **308** 124). Derselbe Typus wurde von der sächsischen Staatsbahn zurückgewiesen, da sie dem Ausschreiben nicht entsprachen. Die Geschichte schweigt vorläufig darüber, ob diese Anschaffung seitens der französischen Staatsbahn aus ähnlichen Gründen unternommen wurde, welche bei den englischen Bahnen obwalteten, oder aus wissenschaftlichem Interesse. Gegen letzteres spricht die grosse Anzahl der gleichzeitig zur Ablieferung gelangenden Maschinen, von denen eine auf der Pariser Weltausstellung das Augenmerk auf sich ziehen wird; am meisten wird die in Europa noch nicht vorgekommene Höhe der Kessellage das Staunen erregen, welche den amerikanischen Maschinen eigen ist, und zur imponierenden Erscheinung das meiste beiträgt. Auch sonst verleugnen diese Maschinen ihren Ursprung in keiner Weise; sie sind durch Fig. 6 dargestellt, welche mit Zugrundelegung der üblichen Konstruktionsprinzipien an Hand der Photographie und der sehr mangelhaften Angaben der Quelle verfertigt werden musste.

Auch hier ist das Material der Feuerbüchse Kupfer. Der Kessel zeigt die Wagon-top-Bauart, allerdings nur in sehr geringem Mass, mit *Belpaire*'scher Feuerbüchse. Die Rauchkammer ist sehr weit über das Kamin hinaus verlängert, enthält ein Funkensieb und trägt die grosse Laterne. Hierher gehören auch folgende Grössen:

Kleinster Kesseldurchmesser		1438	mm
Feuerbüchse	Länge	2240	„
	Breite	1110	„
	Mittlere Tiefe	1650	„
Feuerrohre	Anzahl	282	
	Länge	3690	mm
	Durchmesser	50,8	„
Radstand	fest	2440	mm
	gesamt	7170	„
	einschliesslich Tender	14810	„

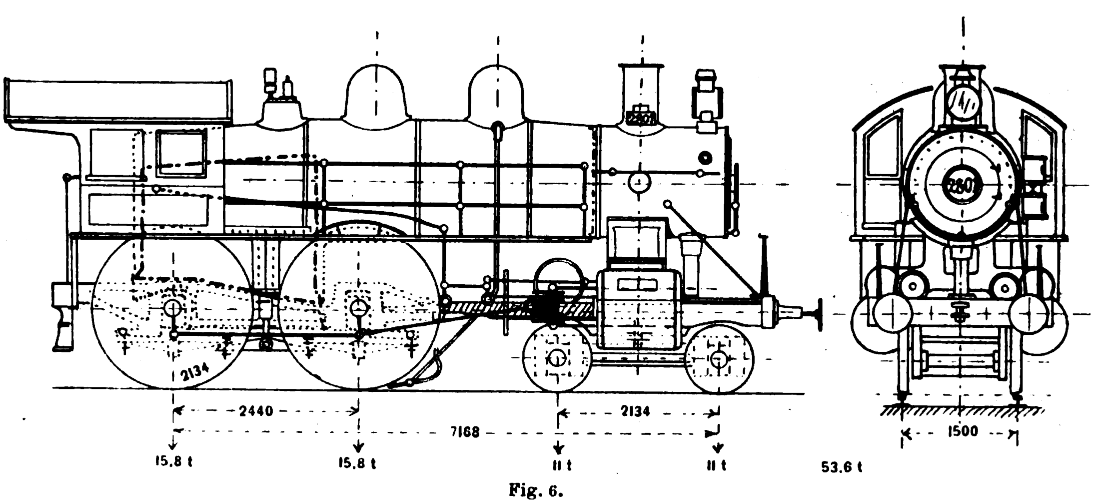


Fig. 6.
Schnellzuglokomotive der französischen Staatsbahn. 1/100 nat. Grösse.

Erst vor einigen Jahren hat nach dem Vorgang der übrigen französischen Hauptbahnen die Staatsbahn sich 2/4 gekuppelte viercylindrige Verbund-Schnellzuglokomotiven beschafft, deren Erbauer die *Elsässische Maschinenbaugesellschaft Grafenstaden* war (*D. p. J.* 1899 **312** 124). Interessant dürften die Vergleiche zwischen beiden Verbundsystemen ausfallen und auf die Ergebnisse der Fahrten mit den amerikanischen Maschinen gegenüber den europäischen kann man gespannt sein.

Das besonders in Frankreich, in der Schweiz und in Süddeutschland zur Verbreitung kommende Verbundsystem mit zwei getrennten Triebwerken hat den Vorteil, dass die Massen ausgeglichen werden können (wenigstens die hin und her gehenden), sowie den der höchsten Anpassungsfähigkeit an den Wechsel der an die Maschine tretenden verschiedenartigen Forderungen, dagegen den Nachteil des doppelten Triebwerks, also der Vielteiligkeit, wobei noch das innere Triebwerk unzugänglich ist.

Demgegenüber sind beim Verbundsystem *Vauclain* die Verhältnisse gerade umgekehrt. Die Maschine hat nur *ein* Triebwerk, ist sehr leicht zugänglich und einfach und daher seltener der Reparatur bedürftig; jedoch verliert sie die Möglichkeit der Massenausgleichung und die Anpassungsfähigkeit; denn die Kolbenstangen sind durch den gemeinsamen Kreuzkopf gekuppelt, so dass stets beide Cylinder arbeiten müssen, wenn das „Ecken“ des Kreuzkopfes einigermassen vermieden werden soll; ganz lässt sich diese äusserst ungünstige Beanspruchung überhaupt nie vermeiden, weil die Arbeit in beiden Cylindern nie gleich gross ist, und auch infolge der gemeinsamen Steuerung (Kolbenschieber) nicht reguliert werden kann. Dieser jeweilige Ueberdruck der einen Kreuzkopfseite gegen die andere muss jedenfalls zu bedeutenden Pressungen auf den Gleitbahnflächen Anlass geben, wenn nicht zu Deformationen derselben.

In der folgenden Tabelle sind die Hauptabmessungen beider Lokomotivgattungen zusammengestellt, welche neuerdings auf der französischen Staatsbahn zusammengetroffen sind.

Ist d_1 der Durchmesser des Niederdruckcylinders, so ist (nach *v. Borries*) für die *Vauclain*'sche Verbundmaschine (System *Woolf*), deren Kolbenflächenverhältnis 1 : 2,75 ist, die Maschinenzugkraft $Z = 0{,}33 \frac{d_1^2 p s}{D}$.

Für die zweite Kategorie mit getrennten Triebwerken (System *Mallet-Brunner*), mit dem Verhältnis der Kolbenflächen 2,45, ist der mittlere Kolbendruck etwas höher zu nehmen, nämlich 0,38 des Kesseldrucks. Somit die Maschinenzugkraft $Z = 0{,}38 \frac{d_1^2 p s}{D}$.

Für Personenzuglokomotiven ist ferner zu rechnen: die Reibungszugkraft $W = 0{,}15\, L_a$.

Hauptabmessungen.

Erbauer und Jahr der Erbauung		Maschine			Kessel			Gewicht		Zugkraft		Verhältnisse			
		Cylinderdurchmesser	Kolbenhub	Triebraddurchmesser	Kesseldruck	Heizfläche	Rostfläche	Gesamtgewicht	Adhäsionsgewicht	Maschine	Reibung	Heizfläche / Rostfläche	Heizfläche / Gesamtgewicht	Cylinderinhalt / Heizfläche	Zugkraft / Adhäsionsgewicht
		d	s	D	p	H	R	L	L_a	Z	W	$\frac{H}{R}$	$\frac{H}{L}$	$\frac{C}{H}$	$\frac{Z}{L_a}$
		mm	mm	mm	at	qm	qm	t	t	kg	kg	—	qm/t	1/qm	kg/t
Baldwin	1899	$\frac{336}{558}$	660	2134	15	176	2,38	53,7	31,7	4800		74	3,28	0,64	151
Grafenstaden .	1897	$\frac{340}{530}$	640	2130	15	158	?	48,2	32,2	4780		?	3,28	0,74	148

Die *Baldwin*'schen Lokomotiven sind mit offenbarer Anlehnung an den bisher gebräuchlichen Typus erbaut; die Zugkräfte vor allem stimmen beinahe genau überein. Das Zusammenfallen von W und Z darf als sehr gutes Zeichen gelten. Bekannt ist die gut berechtigte Vorliebe der Amerikaner für grosse Heizflächen. 176 qm ist eine von wenig Lokomotiven Europas erreichte Zahl; sehen wir von den Feuerröhren System *Serve* ab, mit welchen leicht eine derartige Grösse der Heizfläche hergestellt werden kann (wenn diese auch allerdings nicht ganz vom Wasser berührt wird, und deshalb auf keinen Fall voll in Rechnung gesetzt werden darf), und lassen wir die Güterzuglokomotiven ausser Spiel, so ist in Deutschland nur eine einzige Lokomotivgattung, welche ebenfalls eine Heizfläche von 175 qm aufzuweisen hat, nämlich die $^2/_5$ gekuppelte Schnellzuglokomotive der Pfalzbahn, die grösste und imposanteste Deutschlands, 1898 von *Krauss*, München, erbaut. — Die Heizfläche ist die Lunge der Lokomotive, innerhalb der Grenzen des zulässigen Gesamtgewichts der Lokomotive kann dieselbe nicht gross genug gemacht werden; es wird ja die Leistung auf den Quadratmeter Heizfläche bezogen. Bei guter Blasrohrwirkung ist eine gute Ausnutzung einer grossen Heizfläche zu erwarten, um so mehr als die letztere nicht durch Verlängerung der Feuerrohre, sondern meistens, so auch hier bei den *Baldwin*'schen und bei den amerikanischen Lokomotiven überhaupt, durch Vergrösserung der Rohrzahl in die Höhe getrieben ist. Dazu ist ein grosser Kesseldurchmesser nötig und wir kommen in die Lage, den Kessel *über* die Räder legen zu müssen. Die Frage, ob der Kessel hoch oder tief zu legen ist, ist schon sehr oft berührt worden und Gegenstand von Untersuchungen theoretischen Charakters gewesen; dabei spielt nicht nur der Kesseldurchmesser eine Rolle im Sinne der Höherlegung, sondern veraltete Prinzipien, welche auf den mechanischen Begriffen der Stabilität fussen, werden neuerdings auch in solchen Fällen zu Gunsten der Hochlage des Kessels vernachlässigt, wo der Kesseldurchmesser eine viel tiefere Lage des Kessels (*zwischen* den Rädern, statt *über* denselben) zulassen würde. Allerdings liegt dabei auch oft das Bestreben vor, zum Zweck der Erzielung grösserer Breite der Feuerbüchse dieselbe *über* die Rahmen zu legen, was neben der Vergrösserung des Kesseldurchmessers wohl den ersten Anlass zu der Höherlegung des ganzen Kessels gegeben haben kann. Auch die hier besprochene *Baldwin*'sche Lokomotive der französischen Staatsbahn zeigt diese einigermassen unheimlich hohe Lage des Kessels (etwa 2,8 m Kesselmitte über der Schienenoberkante). Weder England noch der Kontinent haben sich bisher zu diesem Mass verstiegen. In Deutschland ist die Anschauung, zum ruhigen Gang gehöre ein tief liegender Kessel, in Form einer eisenbahnamtlichen Verordnung (T. V. 1886 § 93. „Der Kessel soll so tief als möglich liegen") sogar noch offiziell vertreten; manche österreichischen Bahnen dagegen haben sich der alten Fesseln entledigt und die Kesselachse bis zu 2,6 m über *S. O* hochgelegt.

Wenn die gegen die Hochlegung ins Feld geführten theoretischen Gründe stichhaltig wären, so müssten allerdings die zur Hochlegung Veranlassung gebenden konstruktiven Prinzipien umgangen werden; *wie* dann die Praxis dem Bedürfnis der hohen Leistungsfähigkeit des Kessels entgegenkäme, das zeigen der „Flaman"-Kessel (französische Ostbahn), die neuerdings häufig angewandten „Serve"-Röhren und ähnliche Bestrebungen, in einen kleinen, zwischen den Rädern steckenden Kessel die nötige Heizfläche hineinzupfropfen. Da ging natürlich die amerikanische Praxis ohne viel Besinnen und ohne Rücksicht auf theoretische Bedenken bahnbrechend vor und legte den Kessel über die Räder und die Rahmen, die ihn einengten und sein Wachstum verhinderten; analog dazu sind die Häuserungetüme, welche in die Höhe wachsen müssen, weil der Erdboden keinen Platz bietet (und nebenbei zu teuer ist). In Wirklichkeit steht auch die hohe Lage des Kessels nicht mit der Theorie im allgemeinen, sondern nur mit dem hergebrachten Begriff der Stabilität im rein mechanischen Sinn im Widerspruch; jedoch hat erwiesenermassen die „Standsicherheit" eines ruhenden Körpers nichts zu thun mit der Ruhe des *Ganges* einer Lokomotive. Darüber wurde seinerzeit ausführlich in *D. p. J.* 1896 **301** 253 ff. erörtert. Es frägt sich dabei auch überhaupt, was unter der „Ruhe" des Ganges zu verstehen ist. Bei hochliegendem Kessel ist der Gang ein einigermassen schwankender, aber es ist ein regelmässiges Pendeln ohne Stösse vom Bahnkörper auf den Körper der Maschine, die Federn dienen besser ihrem Zweck. Die Gefahr des Umfallens besteht ja überhaupt nicht, also diese Hauptbedingung der „Stabilität" ist immer vorhanden. Bei tiefliegendem Kessel dagegen werden alle Stösse direkt auf denselben vom Radgestell übertragen, ein Schwanken kann nicht eintreten infolge der geringen Pendellänge, wenn man das System des Schwerpunkts der Lokomotive mit dem Geleise als Pendel betrachtet. Je länger dasselbe, um so mehr nähert sich das Gleichgewicht dem labilen Zustand und entfernt sich aus dem stabilen des tiefliegenden Kessels, indem der Pendelschwerpunkt sich *über* dem Stützpunkt befindet. Aber erst ein in unendlich grosser Höhe über dem Geleise liegender Schwerpunkt würde das Fahrzeug an die Grenze der Stabilität bringen. Je tiefer der Kessel liegt, um so sicherer allerdings steht die Lokomotive, aber nicht um so ruhiger läuft sie; an Stelle des gleichmässigen Schwankens tritt das unregelmässige *Rütteln* des Fahrzeugs, welches die ganze Maschine erschüttert, auf den Oberbau der Bahn verderbliche Wirkung hat, und — last not least — mehr noch das Maschinenpersonal beansprucht und ermüdet; naturgemäss ist diese Art der Bewegung die bei weitem nachteiligere für alle beteiligten Faktoren und rührt daher, dass die Maschine *zu sicher* steht, also den Stössen nicht auszuweichen vermag, während der Gang einer Lokomotive mit hochliegendem Kessel ein elastischer ist; höchstens in den Kurven ist starkes Schwanken fühlbar. Diese Art von Gang darf also als „ruhig" mit mehr Recht bezeichnet werden, und zwar „wider Erwarten" hat sich dies bei den hochgebauten Lokomotiven herausgestellt, aber nicht „wider Natur"; nicht „trotz", sondern „wegen" des hohen Kessels ist der Gang ruhig. Und sollte sogar die hohe Lage des Kessels Nachteile in der Erhaltung des Gleichgewichts be-

dingen, so ist zur Beruhigung zu sagen, dass der Schwerpunkt der Maschine nicht mit dem des Kessels zusammenfällt, so dass also der Gesamtschwerpunkt der Lokomotive bedeutend langsamer in die Höhe rückt, als der Kesselschwerpunkt.

In richtiger Erkenntnis der Vorteile der hohen Kessellage werden in steigendem Mass auch auf dem europäischen Festland nun die alten Vorurteile, die z. B. zur Konstruktion der unter dem Namen „System *Crampton*“ bekannten Gattung von Schnellzuglokomotiven führten, aufgegeben, wobei die österreichische Staatsbahn am weitesten gegangen ist. In Deutschland sind die Lokomotiven bis auf weiteres im allgemeinen an der Grenze der Leistungsfähigkeit angelangt; auch in Sachen „Schnellbetrieb auf den Eisenbahnen“ bleibt Deutschland naturgemäss weit zurück hinter den rivalisierenden Nachbarn, nicht etwa infolge von wirtschaftlicher oder technischer Unfähigkeit, sondern infolge des Druckes einer Masse von eisenbahnamtlichen Vorschriften, welche den Bahnen rundweg jede freie Entwickelung abschneiden, und dazu aus einer Zeit stammen, welche von Verbundsystem, von Drehgestellfahrzeugen, von modernem Bahnoberbau nichts wusste. Die T. V. 1886 halten nicht Schritt mit der Entwickelung des Verkehrs, der Bahnen, des Lokomotivbaues; sie wurden in einer Zeit geschaffen, wo die 2/3 gekuppelte Zwillings-Personenzuglokomotive mit kurzem Radstand, überhängenden Cylindern, geringer Heizfläche u. s. w. einen Zug von lauter zweiachsigen Wägen auf einem Oberbau, der sich aus 7,5 bis 9 m langen Schienen zusammensetzte, zu führen hatte, und gelten heute noch, wo das Eisenbahnwesen, besonders durch die Weltausstellungen von Paris 1889 und Chicago 1893 mächtig angeregt, eine gründliche Umwälzung durchgemacht hat; gerade so krampfhaft müssen sich die deutschen Bahnen an diese Normen heute noch halten. 4,15 m ist die Höhe Kaminrand über Schienenoberkante; dies verhindert, den Kessel so hoch zu legen, dass er zur Aufnahme der nötigen Heizfläche den erforderlichen Durchmesser erhalten kann; dabei aber ist zu bemerken, dass etwa bis zum Jahre 1880 auf denselben deutschen Bahnen Maschinen liefen, die bis zu 4,8 m Höhe erreichten, und deren Kamine gekürzt werden mussten, als die Vorschrift der oben erwähnten Höhe von 4,15 m entstand. — 90 km pro Stunde ist vorgeschriebene Maximalgeschwindigkeit in Deutschland; was hat diese Zahl 90 vor anderen für ein Vorrecht? Ihre Festsetzung entstammt derselben Zeit, welche mit der heutigen keine eisenbahntechnische Verwandtschaft hat; ohne Rücksicht auf die Leistungsfähigkeit der einzelnen Bahnen, ihres Oberbaues und Rollmaterials, ist die Zahl 90 ein für allemal der vorgeschriebene Schluss des Fortschritts, die zulässige Grenze der Entwickelung! Dabei war und ist seit 1854 (!) in Frankreich die zulässige Maximalgeschwindigkeit 125 km/Std. (*D. p. J.* 1896 **301** 12), England und Amerika schreiben überhaupt nichts vor. Ob diese Länder aber mehr Unglückskilometer deshalb zu verzeichnen haben, als Deutschland, ist eine Frage.

Es wäre an der Zeit, solche die freie Entwickelung hemmenden Vorschriften aufzuheben und die Grenze des Zulässigen vom jeweiligen Stand der betreffenden Bahn abhängig zu machen!

Hier ist endlich noch eine kleinere Tenderlokomotive zu besprechen, welche die *Richmond Lokomotiv-Werke* der *schwedischen Staatsbahn* geliefert haben. Sie ist durch Fig. 7 dargestellt; die Abmessungen entnehmen wir der Zeitschrift *Locomotive magazine*, 1899 S. 154.

Die Lokomotive hat drei gekuppelte Achsen und lässt natürlich die amerikanischen Vorbilder erkennen. Cylinder und Schieber liegen aussen, Rahmen und Steuerung innen. Die Wasservorratskästen sind zu beiden Seiten des Kessels angeordnet. Die Lokomotive ist ihrem Verwendungszweck entsprechend nicht für Verbundwirkung ausgerüstet und zeigt keine Besonderheiten.

Ihre Abmessungen sind folgende:

Cylinderdurchmesser	381	mm
Kolbenhub	558	„
Triebraddurchmesser	1220	„
Kesseldruck	11,6	at
Maschinenzugkraft $0{,}6\frac{d^2sp}{D}$	4600	kg
Heizfläche	80	qm
Rostfläche	1,2	„
Dienstgewicht	34	t
Verhältnisse: Heizfläche / Rostfläche	67	
Verhältnisse: Heizfläche / Dienstgewicht	2,35	qm/t
Verhältnisse: Cylinderinhalt / Heizfläche	0,79	l/qm
Verhältnisse: Zugkraft / Adhäsionsgewicht	135	kg/t

Bis auf das letzte sind die Verhältnisse befriedigend. Ihrem Gewicht entsprechend ist die Maschine etwas zu schwach, oder umgekehrt ist die Lokomotive zu schwer im Verhältnis zu ihrer Zugkraft.

Die Schieber sind nach System *Richardson* entlastet; die Stopfbüchsen mit der „United States“-Metallpackung versehen.

Der Kessel zeigt nicht wagon top, sondern straigt top, d. h. cylindrische Bauart. Die Feuerbüchse ist auch hier aus *Kupfer*, die Siederohre aus Eisen. Der Rost ist ein Schüttelrost. Weitere Angaben über Kessel und Feuerbüchse in folgendem:

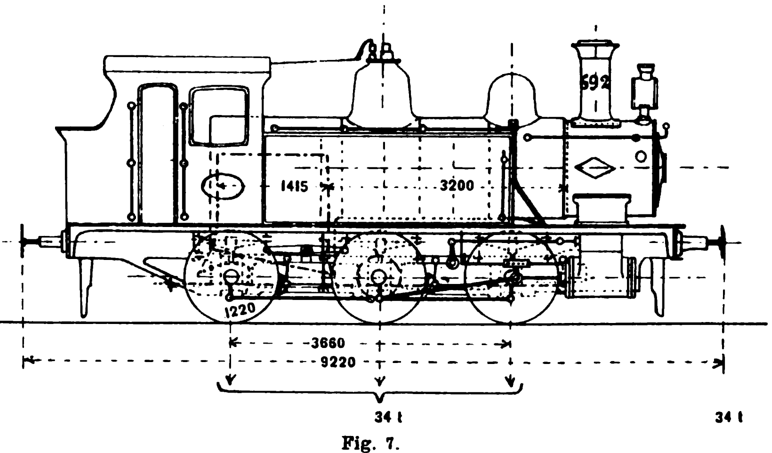


Fig. 7.

Tenderlokomotive der schwedischen Staatsbahn. 1/100 nat. Grösse.

Aeusserer Kesseldurchmesser	1295	mm
Rohre: Länge	3200	„
Rohre: Durchmesser	50,8	„
Rohre: Anzahl	146	
Feuerbüchse: Länge	1415	mm
Feuerbüchse: Breite	863	„
Feuerbüchse: Tiefe vorn	1505	„
Feuerbüchse: Tiefe hinten	1275	„

Endlich gehören hierher noch folgende Grössen:

Radstand	3660	mm
Ganze Länge (ohne Buffer)	9220	„
Vorräte: Wasser	4,54	cbm
Vorräte: Kohlen	1,5	t

Die Maschine ist laut Angabe der Quelle für den Dienst in Gegenden nördlich vom Polarkreis bestimmt.

Damit wäre unsere Rundschau über diese Fälle von Einwanderung aus Amerika, über die Einführung amerikanischer Lokomotiven in die Länder der alten Welt, beendet.

Unterdessen sind aber auch schon auf deutschem Boden solche Fremdlinge angekommen. Wenigstens berichtet die Nr. 4 der Zeitschrift *„Kraft“, Organ für u. s. w.* (früher *„Dampf“*) vom 18. Mai 1900, dass auf den bayerischen Staatsbahnen Versuche mit amerikanischen Lokomotiven stattgefunden haben, welche schlechte Ergebnisse gezeitigt haben sollen. Bei einer zweiten Probefahrt sollen sich die schlechten Erfahrungen bestätigt und wiederholt haben.

Zu welchem Zweck die bayerischen Staatsbahnen diese Anschaffung fremder Lokomotiven gemacht haben, oder aus welchem Grund dies geschehen ist, darüber verlautet nichts. Es bleibt auch abzuwarten, ob das Fiasko sich bewahrheitet; was für Umstände dazu die Veranlassung

gegeben haben, um was für Lokomotiven und Bauanstalten es sich dabei handelt, ist vorläufig nicht bekannt. Auf der ersten Probefahrt soll eine Maschine bis zur Unbrauchbarkeit schadhaft geworden sein. Diese Nachricht ist besonders deshalb merkwürdig, weil es bekannt ist, welch hohe Ansprüche in Amerika an die Leistungsfähigkeit der Lokomotiven gestellt werden; dieselben werden dort bedeutend höher beansprucht und ausgenutzt, als bei uns, und gerade deshalb auch so einfach und massiv besonders in den Triebwerksteilen ausgebildet, so dass aus den Triebwerken zweier amerikanischen Lokomotiven diejenigen für fünf gleichwertige deutsche hergestellt werden könnten. Und nun soll schon bei der ersten Probefahrt eine derartige Beschädigung vorkommen! Erklärung könnte nur darin gefunden werden, dass entweder die amerikanischen Firmen minderwertiges Material für die deutschen Besteller verwendet bezw. in der Genauigkeit der Ausführung Tadelhaftes geliefert haben, oder dass die Maschinen abweichend von der amerikanischen Praxis nach deutschen Normen gearbeitet werden mussten, die den amerikanischen Konstrukteuren und Fabrikanten nicht geläufig waren. — Man braucht hier nur an die eingangs dieses Artikels erwähnte Probefahrt auf der Snowdon-Bergbahn in England zu erinnern, wo das sonst vorzügliche Fabrikat der *Lokomotivfabrik Winterthur* kläglich verunglückte, um dem Gedanken Raum zu verschaffen, dass gewisse technische Produkte nur auf den Boden passen, auf dem sie entstanden sind, dass sie aber anderswo unter fremden Verhältnissen nicht recht lebensfähig sind.

Der *deutsche* Lokomotivbau speziell scheint also amerikanische Konkurrenz nicht befürchten zu müssen, nachdem in Sachsen die amerikanische *Bewerbung* schon keinen, in Bayern die *Probe* aber einen schlechten Erfolg gehabt hat. Ob aber damit die Gefahr der Konkurrenz endgültig beseitigt ist, wird die Zeit lehren.

M. Richter-Bingen.

Die neuesten amerikanischen Monitors.

Gelegentlich des Kuba'schen Krieges hatte die Regierung der *Vereinigten Staaten* von Nordamerika beschlossen, vier gepanzerte, nach einer neuen Bautype auszuführende Schlachtschiffe Namens „*Arkansas*“, „*Connecticut*“, „*Florida*“ und „*Wyoming*“ herstellen zu lassen, wovon die drei zuerst angeführten für den Dienst im Atlantischen Ozean, das vierte aber für den Stillen Ozean bestimmt wurden. Ihr Preis — ohne Armierung — schwankt zwischen 825000 und 875000 Dollars, und sie sollen vertragsmässig innerhalb einer Bauzeit von 27 Monaten fertig gestellt sein. Hinsichtlich ihrer Bauart wurde weniger auf bequeme Raumeinteilung, auf Leichtbeweglichkeit, Schnelligkeit oder sonstige nautische Vorzüge Gewicht gelegt, als auf Offensiv- und Defensivstärke; sie nähern sich in dieser Beziehung den *schwimmenden Batterien*, die bekanntlich dazu berufen sind, für gewöhnlich in der Nähe eines Operationszentrums zu verharren, und die also das Meer eben nur zu durchschiffen brauchen, um von einem Hafen in den anderen zu gelangen. Bei stark bewegter See und bei ungünstigen Winden kann der grösste und leistungsfähigste Teil ihrer Artillerie nicht zur Verwendung kommen, und das Schiff bleibt seiner unzureichenden Manövrierfähigkeit halber ohne Nutzen. Hingegen besitzen diese Kriegsfahrzeuge bei einem mittleren Seegang und bei ruhiger See unleugbar einen ganz bedeutenden militärischen Wert, namentlich zum Angriffe von Küstenbefestigungen oder zur Hafenverteidigung, und in der That können sie bei zweckmässiger Verwendung selbst Schiffen von viel höherem Tonnengehalt mit Erfolg die Spitze bieten.

Ihrer Ausführungstype nach gehören die vier in Rede stehenden Panzerschiffe in die Gattung der Turmschiffe, eine Bauart, die ja in den *Vereinigten Staaten* von Nordamerika im Jahre 1861 anlässlich des Krieges mit den Südstaaten vom Ingenieur *Ericson* geschaffen wurde, und die neuestens eben in ihrer Heimat wieder besonders in Aufnahme begriffen ist. Anfänglich hatten diese amerikanischen „*Monitors*“ lediglich *einen* Turm mit zwei 38 mm-Geschützen; es war dies die sogen. *Ajaxtype*. Spätere Monitors mit *zwei* Türmen und vier 25 mm-Geschützen nach der Type *Amphitrite* sind beiläufig 15 bis 20 Jahre alt und kürzlich einem vollständigen Umbau unterzogen worden. Ihre Kessel sind verbessert, die Leistungsfähigkeit der Maschine ist gesteigert worden, und die Türme wurden höher gemacht. Aehnlich hat man auch den in die Kategorie der zweitürmigen Monitors gehörigen „*Puritan*“, welcher aus dem Jahre 1882 stammt und dessen Deplacement 6150 t, d. s. 2200 t mehr als bei den älteren Typen beträgt, vor vier Jahren umgebaut und derselbe bildet nunmehr mit seinen zwei durch 35 cm starke Stahlpanzerungen gesicherten Türmen, mit seiner ebenso starken Deck- und Bordpanzerung und mit seiner Artillerie, welch letztere aus vier 305 mm-Geschützen mit 280gradigem Schussfelde, ferner aus sechs durch Schildpanzer geschützte 100 mm-Schnellfeuerkanonen und aus vier 47 mm-Geschützen besteht, ein mächtiges Kriegsfahrzeug. Diesem eben geschilderten Monitortypus kommt ferner der Küstenkreuzer „*Monterey*“ sehr nahe, welcher vor ungefähr 10 Jahren erbaut wurde; derselbe besitzt 4000 t Deplacement und eine Geschwindigkeit von 14 Knoten. Sein Deck- und Rumpfpanzer besteht aus 32 cm starken Platten und die Panzerung der Türme besitzt eine Stärke von 33 cm. Der Stand an Geschützen umfasst zwei Stücke zu 300 mm in dem vorderen Turm, zwei Stücke von 250 mm im hinteren Turm und im übrigen sechs Stück 57 mm- und vier Stück 37 mm-Schnellfeuerkanonen, sowie schliesslich noch zwei Mitrailleusen.

Die neuen, eingangs genannten Monitors vom Typus *Arkansas* (Fig. 1 und 2) können, wie Ingenieur *Hachbert*

Fig. 1.

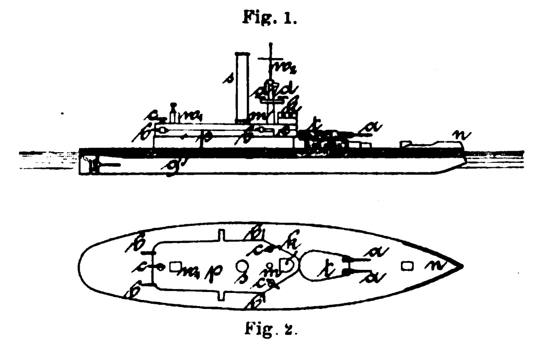


Fig. 2.

a Geschütze zu 305 mm, *b* Geschütze zu 102 mm, *c* Geschütze zu 57 mm, *d* Geschütze zu 37 mm.

im *Le Génie civil* berichtet, als eine verkleinerte Wiedergabe des „*Monterey*“ angesehen werden. Ihr Deplacement beläuft sich nur auf 2700 t; ihre Länge beträgt 68,57 m an der Wassertracht mit Inbegriff eines Schiffsschnabelpanzers, der unterhalb des Wassers vorsteht. Ihre Breite beträgt 15 m; ihr Tiefgang ist im Verhältnisse zur Normalverdrängung von 2700 t sehr gering, nämlich 3,80 m, damit den Schiffen auch der Verkehr in seichterem Fahrwasser, wie beispielsweise im Golfe von Mexiko und in der Nähe von Küsten möglich sei. Der ganze Rumpf ist aus Stahl; ein doppelter Boden erstreckt sich über die ganze Länge des Schiffes, dasselbe in der Höhe des unteren Panzergürtelrandes vom Kielraume abschliessend. Unter

den Kesseln ist dieser doppelte Boden dazu verwendet, das Speisewasser, etwa 50 t, aufzunehmen, wodurch die Hitze in dem Kesselraume wesentlich herabgemindert wird. Aehnlich wie bei den gewöhnlichen Monitors vereinigt sich die Panzerung des durch einen aus Eichenholz hergestellten Rahmen abgegrenzten Verdeckes an den Kanten glatt mit der Panzerung der Schiffswände. Die Deckpanzerung ist aus zwei je 19 mm starken Plattenlagen gebildet, von denen die untere aus Bessemer- und die obere aus Nickelstahl besteht. Die Höhe des Deckbordes über dem Wasserspiegel beträgt nur 77 cm, im Vorderteile N ist jedoch der Bord schanzenartig bis auf 1,80 m erhöht. Auf dem Vorderdeck erhebt sich der mit zwei 305 mm-Geschützen versehene Vorderturm t. Etwas weiter zurück ist der mittlere Oberbau, das *Blockhaus* oder der Hauptturm p, auf der Kielmauer aufgeführt, einen für sich völlig unabhängigen Bau von fünfeckigem Grundrisse bildend; hier sind die Wohnräume der Offiziere, die Wachtlokale der Schiffsmannschaft, die Küche, die Waschräume u. s. w. untergebracht. Die Zwischenbrücke trägt die vier 102 mm-Schnellfeuergeschütze b. Auf dem vom Blockhaus gebildeten obersten Deck erheben sich ganz vorne die Kommandobrücke (das Kartenhaus) k, dahinter der Schlachtenmast m und noch etwas weiter zurück der Schornstein s; ferner befinden sich daselbst die Ruderboote und drei 57 mm-Geschütze c. Alle vier Schiffe sind, um bei ihnen die Heftigkeit der Schwankungen während der Bewegungen auf dem Meere abzuschwächen, mit Schlingkielen versehen. Der stählerne Panzergürtel des Rumpfes ist rings 1,50 m hoch und seine Stärke beträgt in der Mitte von Steuer- und Backbord im oberen Teile 280 mm und an der Basis 125 mm, an dem vorderen und rückwärtigen Schiffsende hingegen im oberen Teile bloss 125 mm und an der Basis 78 mm. Das Blockhaus ist auf 78 cm gepanzert; die zu Deck führenden Seile und sonstigen Tauverbindungen liegen in Schutzrohren von 75 mm Wandstärke. Was endlich den Turm t anbelangt, so beträgt die Dicke der Panzerung an seinen beweglichen Teilen 250 mm und an seinen festen Teilen 280 mm.

Zur Artillerie des Schiffes gehören zwei 305 mm-Geschütze a im vorderen Turm t mit 300° Schussfeldwinkel, vier mit Schildpanzer versehene 102 mm-Geschütze b, von denen je eines an den vier Ecken des Zwischendecks im Blockhause aufgestellt ist, ferner aus drei 57 mm-Schnellfeuerkanonen c, die ihren Platz auf dem Oberdeck haben und endlich aus vier automatischen, in der Schanze des Schlachtenmastes m untergebrachten 37 mm-Schnellfeuerkanonen d. Die Schiffsdampfmaschinen, zwei an der Zahl, sind senkrecht angeordnet, mit dreifacher Expansion versehen, und in einem absolut wasserdichten Raume untergebracht. Die Cylinder haben 432 mm, 668 mm und 1020 mm Durchmesser mit einem gemeinsamen Kolbenhub von 610 mm. Die Gesamtleistung beläuft sich bei 200 Umdrehungen auf ungefähr 2400 PS. Die vorgesehene Fahrgeschwindigkeit ist 11,5 Knoten. Zur erforderlichen Dampfgewinnung sind vier auf einen Druck von 17,5 kg geprüfte Röhrenkessel vorhanden, deren gesamte Rostfläche 18,6 qm beträgt und die eine gemeinsame Heizfläche von 817 qm besitzen. Der normale Kohlenbedarf stellt sich auf 200 t, bei aussergewöhnlicher äusserster Beanspruchung der Maschinen erhöht sich der Verbrauch an Kohle jedoch bis aufs Doppelte.

Alle Einrichtungen wurden so praktisch als möglich getroffen und auf diese Weise hatte selbst jeder Komfort Berücksichtigung gefunden, insoweit sich ein solcher mit dieser Gattung Schiffe nur überhaupt verträgt. Die vorderen Luken sind ziemlich hoch angebracht, um sie auf der Fahrt selbst bei mittelstarken Winden noch offen halten zu können. Bei ungünstigen Winden und heftigem Seegang müssen sie allerdings geschlossen werden. Die Lüftung wird in solchen Fällen durch Ventilatoren besorgt, indem der Schaft des Schlachtenmastes m zur Einführung frischer Luft dient, während die Innenluft durch den hohlen Essenmantel s ihren Abzug findet. Die Hauptventilatoren, welche die Luft für die Maschinenräume und die Heizräume liefern, sind durch eigene 1,20 m über das Hauptdeck sich erhebende Panzernischen geschützt. Elektrizität ist zur Beleuchtung, zum Drehen des Turmes t und der Geschütze, für die Aufzüge und Munitionsfördermaschinen, für den Betrieb der Ventilatoren u. s. w. zur Verwendung gekommen. Die Rohrleitungen für den Dampf konnten also auf ein Minimum herabgesetzt werden, so dass sich dieser Umstand auch hinsichtlich einer erträglichen Temperatur im Schiffe günstig zur Geltung bringen kann. Ein elektrischer Scheinwerfer w_1 ist an der Hinterseite des Verdeckes am Blockhause p, ein anderer w_2 am Schlachtenmaste m angebracht. Den für sämtliche elektrische Einrichtungen erforderlichen Strom liefern vier Dynamomaschinen von 400 Ampère und 80 Volt. Zur nautischen und militärischen Schiffsbedienung sind für jeden Monitor 131 Mann in Aussicht genommen.

Mechanik des Vogelflügels.

Von **Karl Steffen** in Röhrsdorf, Deutsch-Böhmen.

Man hat bisher den Flügelschlag in seiner wesentlichsten Bedeutung schon darum verkannt, weil das Wesen der Luftreaktion nicht bekannt war. Dieselben Spannungs- und Spannungsausgleichswirkungen, die ich S. 304 bis 307 d. Bd. erläutert habe, müssen in erhöhtem Grade beim Flügelschlag um die äusseren Teile des Flügels, die ja den grössten Weg zurücklegen, in Wirksamkeit treten. Es muss also vorzüglich auch in der Richtung dieser Bewegung der Ausgleich gesperrt werden, denn sonst müsste der Haupteffekt des Flügelschlages verloren gehen durch Entspannung nach aussen (vgl. S. 307 d. Bd. Grundgesetz 3).

Aus Fig. 1 sieht man auf den ersten Blick, dass der Flügel F auf seinem Wege von der Hochlage zur Tieflage den grössten Teil der Luftmassen nach aussen auswirft, also ungespannt entweichen lässt bezw. zum Ausgleich bringt.

In dieser Weise wurde der Flügelschlag versucht. Fall 1.

Die gebrochene Linie $SEHA$ zeigt die natürliche Lage des Flügels in der Tieflage, wie sie von mir erreicht wird. Fall 2.

Flügelspitze A eilt dem Angriffspunkte bei E voraus und sperrt in demselben Grade den Ausgleich um die äusseren Ränder.

Das Druckzentrum Maximum rückt im ersten Fall gegen die Spitze, im zweiten Fall mehr gegen den Drehpunkt des Flügels.

Umgekehrt rückt das Druckminimum im ersten Fall relativ mehr gegen den Drehpunkt, weil die inneren Flügelpartien einen grösseren Raum bestreichen; im zweiten Fall mehr nach aussen, weil die inneren Partien einen viel kleineren Raum bestreichen.

Die Pfeile R zeigen den Repulsionsdruck der gespannten Massen ganz verschieden an Stärke und Richtung.

Im ersten Fall erhalten wir offenbar einen kleineren Spannungsdruck als im zweiten.

Die Druckbasis erweitert sich im ersten Fall, im zweiten verengt sie sich unter dem Schwerpunkt des Systems; alle diese Erscheinungen gehen ohne weiteres aus der Skizze hervor.

Vorerst wollen wir das wichtigste herausgreifen.

Vergleichen wir die Arbeitswege des Angriffes der Kraft bei E in beiden Fällen mit den Druckwegen $m m_1$ in beiden Fällen, so sehen wir, dass das Verhältnis im zweiten Fall ein bedeutend günstigeres ist, denn es entspricht im zweiten Fall ein viel kleinerer Arbeitsweg der Kraft, einem grösseren Druckwege der Spannung, als im ersten.

Bedenken wir ferner, dass, wie aus der Skizze ersichtlich, die Kraftarme, die in beiden Fällen gleich sind, im zweiten Fall einem immer kleiner werdenden Druckarm $S m_1$, im ersten einem immer grösser werdenden Druckarm entsprechen, so wird klar, dass die zu leistende Arbeit trotz des stärkeren Normaldruckes der Spannung reichlich ausgeglichen wird; hingegen der relative *Flieheffekt* des Druckes ein ganz enormer werden muss und das mit zunehmender Schwingungszahl in beschleunigtem Masse.

Die Behauptungen derjenigen Flugtechniker, welche sich auf Erfahrungen mit motorisch angetriebenen Flügelapparaten stützen, dass 3 bis 4 PS für den persönlichen Flug erforderlich

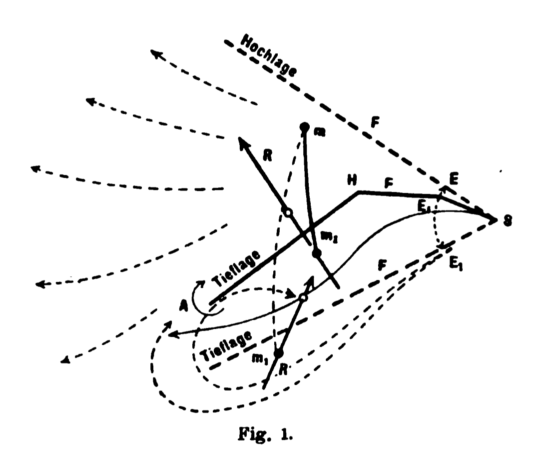


Fig. 1.

wären, sind zweifellos richtig, nur schade, dass man nicht die richtigen Folgerungen zu ziehen sucht.

Hat man jemals von einer gebremsten Dampfmaschine freie Arbeitsenergie entbunden?

Genau so scheint mir das Bestreben, aus etlichen Flügelschlägen mit *im voraus überlasteten* (mit mehr als 50 kg) Maschinen die Flugarbeit der Luft auszunutzen.

Man ist eben ganz von der Widerstandstheorie beherrscht, und von gewissen Aengstlichkeiten; beide verbieten es, sich

Ich kann nicht umhin noch weiter auszuschweifen und hinzuweisen auf die ersten Radfahrversuche; welche Mühe und mitunter Angst bei gewissen Gemütern erweckt nicht ein solcher Versuch, und nicht der kleinste Teil aller Hindernisse kommt auf Rechnung ungeschickter und unverstandener Handhabung dieser flüchtigen Maschine?

Und sind die Gefahren und Anstrengungen nicht viel geringer, als sie einmal schienen?

Erhöhter Mut, fester Wille und Geistesgegenwart spielen bei der Lösung der Flugfrage in den Anfangsstadien nicht die kleinste Rolle, wer diese meidet, kommt nie zum Gefühle, das uns der Vogel tausendmal täglich erweckt, wenn wir denkend sehen: „frei von jeder Gefahr“!

Man wird mir diese Ausschweifung in einer technischen Studie gewiss nicht verargen, wenn man überlegt, dass das energische Wollen stets der Vater der grössten That ist und bleiben wird.

Nachdem ich die grossen Nachteile unserer bisherigen Flügelschlagsysteme genügend erörtert zu haben glaube, habe ich noch die konstruktive Lösung der natürlichen Flügelschlagbewegung durch die zwangsläufige „Flügelführung“ anzuschliessen.

Es handelt sich hierbei um die konstruktive Lösung der Frage, wie dem Flügel die aus Skizze 1 *SEHA* ersichtliche Bewegung zwangsläufig gegeben werden soll (vgl. Fig. 2 und 3).

Der ganze Flügelarm, welcher die vordere starre Kante des Flügels bildet, ist, statt wie früher aus einem Ganzen, in drei Teile gegliedert, die untereinander bezw. bei *S* mit dem Gestelle, welches den Flieger aufnimmt, gelenkig verbunden sind.

Um die Arme untereinander in einer bestimmten zwangsläufigen Führung zu erhalten, sind die Arme *AH* und *HE* über die Gelenke hinaus verlängert und die Enden dieser Teile mit dem gegenüberliegenden Arm bezw. mit dem Holm des Gestelles durch eine Führungsstange verbunden.

Fig. 2.

Fig. 3.

einmal die Verhältnisse bei freier Entfaltung der Bewegung anzusehen.

Man ist damit auf eine ganz falsche Fährte gekommen; statt den Apparat auf höchstens 10 kg Eigengewicht zu entlasten, und die Fläche auf ein Minimum zu reduzieren, und dann einmal auf die ersten gewiss schweren, auch körperlich anstrengenden Schläge hinwegkommen zu suchen, schreitet man zu weiteren Belastungen, gewaltsamen Leistungen, und findet, dass selbst unser hochentwickeltes Motorwesen noch nicht genug entwickelt ist, um bequem, ohne Aufwand „von Mut und Geistesgegenwart“ (??) zum Ziel zu gelangen.

Diese Führung kann mit einer Art Paralellogrammführung verglichen werden.

Verdreht man die Gelenksachsen bei *SE* und *H* windschief und wählt man das Mass der Uebersetzung durch die Paralellogrammführung entsprechend, so kann man dem Flügelarm jede gegen die Flügelspitze zu progressiv wachsende Schlagbewegung erteilen (Fig. 2 zeigt den Flügel in seinen drei Hauptstellungen) durch einfaches Oeffnen und Schliessen der Armwinkel, oder Anziehen und Ausstrecken des Flügelarmes, wie dies ja auch der Vogel thut, wenn er die Flügel flugbereit oder flugruhend macht.



Die eigentliche Flugbewegung der Organe liegt auf dem Wege zwischen diesen zwei äussersten Grenzstellungen, ist also nur ein beschränktes Oeffnen und Schliessen der Flugorgane.

Um dieses System in eine federnde Spannlage zu bringen mit dem Antriebsmechanismus, sind die Angriffspunkte bei E durch je einen Federzug vom Holm des Gestelles und einem doppelt starken Federzug am Tritthebel aus balanziert und zwar in der Weise, dass die Flügel in der Ruhelage sich stets in die mittlere Schwebelage einstellen; ein nicht unwesentlicher Punkt.

Der Flügel fühlt gewissermassen alle äusseren Windrepulsionen ab und entlastet die Hand bezw. die Füsse von diesem störenden Geschäft.

Sämtliche Nachbildner des Flügelschlages, ich nenne nur die wichtigsten, das sind *Lilienthal*, *Stenzel*, *Pilcher*, haben also in wenig vollkommener Weise dies gethan; es liegt der Grund darin, dass man die äusserst sinnreiche Flügelmechanik nicht gründlich genug erforscht und praktisch gewürdigt hat.

Ich glaube dies schon einigermassen an der Wirkung der eigentümlichen Klappenflächen oder Spannungsgeneratorflächen, deren typische Form an jedem Flügel, ob Vogel- oder Insektenflügel, zu finden ist, dargethan zu haben (S. 304 d. Bd.).

Nun ist es klar, dass die willkürliche, nicht nur selbstthätige Wirkung, wie bei der einfachen Klappe oder Feder, eine um so vollkommenere sein wird, je inniger die Gleichzeitigkeit (Synchronismus) zwischen den zwei Hauptthätigkeiten des Flügels: „Schlagbewegung“ und „Drehung“ durch den organischen Verband der letzteren hergestellt wird.

Denn in diesem letzteren Fall werden äussere unregelmässige Windstösse das Zusammenwirken weniger stören können, als bei einseitiger Selbstthätigkeit der einen oder der anderen Bewegung.

Ich fand, dass die Drehung des Flügels bei Nichtbeachtung dieses Umstandes oft ganz entgegengesetzt erfolgt, als der eigentliche Flügelschlag es erfordert; dass infolgedessen der Flügelschlag momentan ganz versagt oder wenigstens nicht bewegungserhaltend, sondern geradezu störend wirkt.

Manchmal gerät der selbstthätig drehende Flügel, durch rasch und unregelmässig, einmal von oben, dann von unten aufstossende, von aussen einfallende Windrepulsionen in so heftiges Flattern, dass an eine willkürliche Beeinflussung der Drehung beim Schlage gar nicht zu denken ist, man ist gezwungen, sich hilflos dem ungebärdigen Treiben zu überlassen.

Beachtet man, dass bei der windschiefen Verdrehung der Gelenksachsen untereinander in demselben Masse wie die progressiv wachsende Voreilung der Flügelspitze auch der Neigungswinkel der Arme zum Flughorizont progressiv wächst von der Hochlage zur Tieflage und umgekehrt wieder abnimmt, so ist auch der innige Kontakt zwischen Schlagbewegung und Drehung des Flügels um seine Längsachse klar.

Der Flügel ist eine windschiefe Fläche mit gegen die Spitze zu progressiv wachsender Ganghöhe.

Dies sind die Hauptmerkmale, und ich glaube auch Vorzüge meines als Schulapparat gedachten Flügelschlagsystems. Die Verfolgung dieser Richtung der Flugbestrebungen halte ich für unumgänglich notwendig, nach dem Grundsatze: „Fliegen kann man nur in der Luft und mit den einfachsten Mitteln lernen.“

Kleinere Mitteilungen.

Die konstruktive Entwickelung der Seefeuer.

Der verstorbene Geheime Baurat *Veitmeyer*, der fast 50 Jahre lang bei dem Ausbau der deutschen Küstenbefeuerung an hervorragender Stelle beteiligt gewesen ist, hat bei seinem am 3. Februar 1899 erfolgten Ableben ein die Konstruktion der Leuchtfeuer und Leuchtapparate behandelndes Werk zurückgelassen. Dieses wird nunmehr unter Mitwirkung der Hinterbliebenen und des Vortragenden in allernächster Zeit im Verlage der bekannten Verlagsfirma *R. Oldenbourg* in München der Oeffentlichkeit übergeben werden und eine Lücke unserer vaterländischen Litteratur wirksam ausfüllen.

In der am 22. Mai d. J. abgehaltenen Versammlung des Vereins deutscher Ingenieure hielt Regierungsrat *Geitel* über diesen Gegenstand einen Vortrag, dem wir das Nachstehende entnehmen. Obgleich die Feuertelegraphie, d. i. das Geben von Feuersignalen, so alt ist wie die Geschichte der Menschheit, so kannte das griechische Altertum, das nur Tages- und Küstenfahrt betrieb, Leuchtfeuer im modernen Sinne nicht. Der erste historisch beglaubigte Leuchtturm ist der Pharus von Alexandrien, dessen Name als Bezeichnung des Begriffs „Leuchtturm“ in die lateinischen Sprachen übergegangen ist. Die Römer haben zahlreiche Leuchtfeuer errichtet; diese gingen aber bis auf wenige in den Stürmen der Völkerwanderung unter. Von allgemeinem Interesse sind die Türme auf Cordouan und auf Eddystone. Der erste von *Winstanley* in den Jahren 1696 bis 1698 auf Eddystone erbaute Turm wurde samt seinem Eigentümer im Jahre 1703 ein Raub des Sturmes. Der folgende, von *Rudyerd* 1709 erbaute Turm brannte im Jahre 1755 ab. Der von *Smeaton* in den Jahren 1756 bis 1759 erbaute Turm trotzte den Elementen, wurde jedoch im Jahre 1882 durch den jetzigen, von *Sir Douglass* erbauten, ersetzt.

Das Altertum kannte nur Holz als Befeuerungsmaterial. Es folgten dann Kerzen, Oellampen und Steinkohlen; in neuerer Zeit tritt noch das Gas und das elektrische Licht hinzu. Letzteres ist auch hier das Licht der Zukunft. Eine wesentliche Vervollkommnung wurde durch die Anbringung von Reflektoren erzielt, deren theoretisch richtige Form, die parabolische, man allmählich erkannte. Jedoch war eine richtige Ausnutzung der Vorteile der Parabolspiegel um deswillen noch nicht zu erreichen, weil die frei brennenden Flammen vor den Reflektoren, also nicht in dessen Brennpunkt, angebracht werden mussten, da sie andernfalls die Spiegelflächen durch Russansatz unwirksam gemacht haben würden. Erst die Erfindung *Argand*'s, der Lampe mit doppeltem Luftzug und Glascylinder (1785), ermöglichte eine richtige Ausnutzung der Parabolreflektoren.

Die grösste Vervollkommnung verdankt aber das gesamte Leuchtfeuerwesen dem im Jahre 1819 in das Bureau des Phares berufenen Franzosen *Fresnel*, der die lichtbrechende Linse einführte. Hierdurch wurde nicht nur die Leuchtkraft wesentlich erhöht, sondern man ist durch geeignete Konstruktion und Anordnung der Linsen im stande, das nach der Landseite fallende, also ungenutzte Licht, noch vorn auf die See und in besonders stark zu beleuchtendem Winkel zu werfen. Um die weitere Ausbildung der Ideen *Fresnel*'s hat sich vor allen *Thomas Stevenson* verdient gemacht.

Von grosser Wichtigkeit ist auch die verschiedene Lichtgestaltung, die Charakteristik der Feuer. Durch diese sind die heutigen Leuchtfeuer im stande, den Schiffer nicht nur vor Klippen und Untiefen rechtzeitig zu warnen, sondern sie geben dem Schiffer schon von weitem ihren Namen zu erkennen, so dass dieser sich, falls er sein Besteck nicht hat auf dem Laufenden erhalten können, sich zu orientieren vermag.

Im Gegensatz zu den Leuchtfeuern früherer Jahrhunderte bildet der moderne Leuchtturmapparat das Produkt der gesteigerten wissenschaftlichen Erkenntnis der Naturgesetze.

Zuschriften an die Redaktion.

(Unter Verantwortlichkeit der Einsender.)

Grundlagen zur Fluglehre.

Es seien zwei Cylinder A und B übereinander angeordnet, durch eine Zwischenwand ab getrennt, in welcher sich eine Klappe k befindet. Der Cylinder A ist oben offen. In jedem Cylinder bewege sich ein Kolben C und D, deren Querschnitte c und d seien. Beide Kolben sind durch ein Gestänge fest miteinander verbunden und sei das Gewicht beider Kolben und des Gestänges gleich Q.

Die Ausgangsstellung der Bewegung sei der Art, dass der Kolben C bei gg festgehalten werde, so dass er über dem Cylinder A zu stehen kommt und der Cylinder A mit der äusseren Atmosphäre kommuniziert. Die Klappe k ist geschlossen und der Raum zwischen dem Kolben D und der Zwischenwand ab kommuniziert ebenfalls mit der äusseren Atmosphäre.

Wird nun C freigelassen, so wird das Gewicht Q beide Kolben so lange nach abwärts bewegen, bis die unter dem Kolben C abgesperrte Luft jene Spannung p erreicht hat, dass $pc = Q$ wird; es sei dies bei der Stellung hh, wobei der untere Kolben D die Stellung jj einnimmt.

Wird nun die Kommunikation des Raumes $jjab$ zwischen Kolben D und der Zwischenwand ab mit der äusseren Atmosphäre abgesperrt und die Klappe k geöffnet, so werden beide



Kolben eine andere Gleichgewichtslage einnehmen und sei dies bei $h_1 h_1$ resp. $j_1 j_1$. Ist die Spannung der Luft zwischen beiden Kolben nun p_1, so wird $p_1 (c - d) = Q$ sein müssen. Wie ersichtlich, wird $p_1 > p$, weil $p = \frac{Q}{c}$ und $p_1 = \frac{Q}{c - d}$. Während früher der ganze Querschnitt c das Gewicht Q trug, trägt jetzt nur das Ringstück $c - d$, die Differenz beider Kolbenflächen, das Gewicht Q. Auch unterliegt es keinem Zweifel, dass beide Kolben nach abwärts gesunken sein müssen, da die höhere Spannung p_1 zwischen dem Kolben C und der Zwischenwand ab nur durch eine Verkleinerung dieses Raumes ermöglicht wird.

Wenn nun die Klappe k geschlossen und die Kommunikation des Raumes $j_1 j_1 a b$ mit der äusseren Atmosphäre wieder hergestellt wird, so werden beide Kolben eine neue Gleichgewichtslage anstreben müssen und hierbei die nun wieder unter dem Kolben C eingesperrte Luft die Spannung p_2 erhalten. Es trägt jetzt wieder der ganze Querschnitt c, daher wird $p_2 = \frac{Q}{c}$ d. i. $p_2 = p$, der Kolben C wird daher wieder die Stellung hh einnehmen müssen. Dieses Spiel kann nun fortgesetzt werden durch abwechselndes Schliessen und Oeffnen der Klappe k und Unterbrechung und Herstellung der Kommunikation mit der äusseren Atmosphäre, wobei der Kolben C immer zwischen hh und $h_1 h_1$ hin und her gehen wird.

Zieht man jedoch die unvermeidlichen Arbeitsverluste — Reibung, Wärmeausstrahlung, Undichtigkeit der Kolbenliederung — in Rechnung, so ist es klar, dass diese Arbeitsverluste sich nur in der Weise geltend machen können, dass p_2 nicht mehr p erreicht, sondern kleiner als p wird, der Kolben C wird dann nicht mehr bis hh gehoben, sondern bereits etwas tiefer seine Gleichgewichtslage finden. Da dies bei jedem Kolbenspiel eintritt, so wird in Kürze der Kolben C auf der Zwischenwand ab aufsitzen, die Bewegung somit aufhören und auch dieses Perpetuum mobile zu seinen Vätern versammelt sein.

Der fundamentale Irrtum des Erfinders liegt darin, dass er voraussetzt, die expandierende Luft wird den Kolben C bis in seine Ausgangsstellung gg zurücktreiben. Das ist unmöglich, C kann nur bis hh gehoben werden, denn die expandierende Luft kann kein grösseres Arbeitsvermögen äussern, als ihr durch die Komprimierung verliehen wurde. Das Arbeitsvermögen, welches dem Gewichte Q entspricht, ist durch dieses Gewicht stets gebunden, kann daher nie frei, nie wirksam werden, es darf daher nicht weiter in Rechnung gezogen werden und ist daher der Ausgangspunkt des eigentlichen Spieles des Apparates nicht gg, sondern hh, über welche Linie der Kolben C auch theoretisch nie hinausgehoben werden kann. Wenn der Erfinder glaubt, die expandierende Luft werde wie eine gespannte Feder wirken und den Kolben C über hh hinaus wegschleudern, so ist dies ein Irrtum, denn auch eine Feder kann das nicht, auch eine Feder würde den Kolben C nicht über hh heben und jeder simple Versuch mit einer Spiralfeder wird ihn überzeugen, dass auch eine Feder kein grösseres Arbeitsvermögen äussern kann, als ihr durch das Zusammendrücken erteilt wurde.

Aber selbst den Fall angenommen, die Arbeitsverluste würden durch einen kleinen Kraftmotor wieder kompensiert, so würde doch die Flugmaschine des Erfinders sehr wenig verlockend sein.

Nach seiner Annahme ist $c = 1017$ cm², $d = 308$ cm²*). $Q = 1000$ kg, die Höhe der Cylinder A und B ist gleich 100 cm. Der Abstand der Linie hh von ab sei h, der Abstand der Linie $h_1 h_1$ von ab sei h_1, und die bezüglichen Spannungen der Luft p und p_1. Es ist dann

$$p = \frac{Q}{c} + 1 = \frac{1000}{1017} + 1 \backsim 2 \text{ at}$$

und

$$p h^{\varkappa} = 1 \,.\, 100^{\varkappa},$$

da, wenn der Kolben am oberen Rande des 100 cm hohen Cylinders A steht, die Spannung der Luft in demselben gleich 1 ist.

Es ist daher

$$h = 100 \left(\frac{1}{p}\right)^{\frac{1}{\varkappa}} = 100 \left(\frac{1}{2}\right)^{\frac{1}{1{,}41}} = 61{,}2 \text{ cm}.$$

*) Es wurden zwei Kolben zu je 154 cm² angenommen, was dasselbe ist.

Ebenso ergibt sich

$$p_1 = \frac{Q}{c - d} + 1 = \frac{1000}{1017 - 308} + 1 = 2{,}41 \text{ at}$$

$$h_1 = h \left(\frac{p}{p_1}\right)^{\frac{1}{\varkappa}} = 61{,}2 \left(\frac{2}{2{,}41}\right)^{\frac{1}{1{,}41}} = 53{,}5 \text{ cm}.$$

Der Kolbenhub dieser Maschine würde daher $61{,}2 - 53{,}5 = 7{,}7$ cm betragen. Da das bewegte Gewicht 1000 kg beträgt, so ist die Arbeit pro Hub 77 mkg. Nimmt man günstigen Falles an, dass in der Sekunde 6 Hübe gemacht werden können, so ergibt dies eine sekundliche Leistung von 462 mkg = 6,2 PS. Zu dem Gewicht von 1000 kg noch den Hilfsmotor samt Brennstoff mit 300 kg, gibt $\frac{1300}{6{,}2}$ = *210 kg Gewicht des Motors pro Pferdekraft*, eine Leistung, die so schlecht ist, dass die Idee dieses Motors von Haus aus verworfen werden muss.

Weiss, Artillerie-Ingenieur.

Replik von *F. Heinz*, Sarajevo. Herr Ingenieur *Weiss* berechnet die Kolbenhubhöhe mit bloss 7,7 cm, die ich in *D. p. J.* 1900 **315** 292 mit einem 18 mal grösseren Betrage, nämlich mit 140 cm berechnet habe.

Eine der beiden Berechnungen kann also unmöglich stimmen.

Es lässt sich denn auch richtig in Herrn Ingenieur *Weiss*' Berechnung ohne sonderliche Schwierigkeit ein nicht unbedeutender Fehler nachweisen, wenn wir für die von Herrn Ingenieur *Weiss* ermittelten Höhen von 61,2 und 53,5 cm des Kolbens C in h und h_1 die Grösse der eingeschlossenen Expansivkraft der Luft berechnen, welche bei Gleichgewicht in h 1000 kg und in h_1 rund 1400 kg betragen muss.

Wird die gewöhnliche atmosphärische Luft im Cylinder A durch den Kolben C um 50 cm, also bis zur Hälfte ihres früheren Volumens zusammengepresst, dann beträgt die Expansivkraft der Luft $1017 \times 1{,}033 = 1050$ kg, d. i. gleich 1 at Ueberdruck.

In einer Höhe h des Kolbens C von 61,2 cm, in welcher die Luft nicht bis zu diesem Betrage von 50 cm, sondern nur um den Betrag von $100 - 61{,}2 = 38{,}8$ cm, also nur bis zu 0,388 *ihres* früheren Volumens zusammengepresst ist, ist der Druck der Expansivkraft der Luft entsprechend geringer als 1050 kg und zwar beträgt derselbe nur den $\frac{388}{500} = 0{,}779$sten Teil, d. i. also $1050 \times 0{,}776 = 815$ kg.

Die Expansivkraft der Luft von 815 kg vermag aber selbstredend dem Kolbengewichte von 1000 kg nicht das Gleichgewicht zu halten.

In einer Höhe h_1 des Kolbens C von 53,5 cm ist die Luft nicht bis auf 1 at Ueberdruck zusammengepresst, ihre Expansivkraft ist daher auch in dieser Höhe geringer als 1050 kg und zwar beträgt sie in diesem Falle den $(100 - 53{,}5 = 46{,}5:)\ \frac{465}{500} = 0{,}93$sten Teil, d. i. $1050 \times 0{,}930 = 976$ kg.

Dieser Expansivkraft von 976 kg im Cylinder A wirkt jedoch das Kolbengewicht und die Expansivkraft der Luft im Cylinder B mit rund 1400 kg entgegen, so dass also auch in diesem Falle kein Gleichgewicht besteht.

Durch Herrn Ingenieur *Weiss*' Berechnungsart ergeben sich also, wie aus Vorstehendem hervorgeht, thatsächlich ganz bedeutende Fehler, woraus sich ergibt, dass die berechnete Kolbenhubhöhe von 7,7 cm vollkommen unrichtig und die Berechnungsart zur Berechnung der Kolbenhubhöhe in dem vorgeführten Falle überhaupt nicht anwendbar ist.

Der eigentliche Kern in Herrn Ingenieur *Weiss*' Ausführungen liegt aber in der Behauptung, dass das Arbeitsvermögen der gepressten Luft, welches dem Gewichte Q entspricht, *unwirksam* ist.

In dieser Beziehung vertrete ich die vollständig entgegengesetzte Meinung, nämlich die, dass auch das Arbeitsvermögen der gepressten Luft, welches dem Gewicht Q entspricht, ja zur *Wirksamkeit* gelangt und daher in Rechnung zu ziehen ist.

Dass die angeführte Behauptung des Herrn Ingenieur *Weiss* den Thatsachen nicht entspricht, geht zum Teil schon daraus hervor, dass er von derselben ausgehend für die Ermittelung der Kolbenhubhöhe eine Berechnungsart anwendet, die, wie wir gesehen haben, zu völlig unrichtigen und daher zu ganz unbrauchbaren Ergebnissen führt.

Nachdem aber das Vorstehende allein schon hinreicht, die Argumente des Herrn Ingenieur *Weiss* ganz im allgemeinen genügend zu entkräften, so kann vielleicht von einer eingehenderen Widerlegung der Behauptung desselben, dass das dem Gewichte Q entsprechende Arbeitsvermögen der gepressten Luft *unwirksam* ist, vorläufig abgesehen werden.

Arnold Bergsträsser Verlagsbuchhandlung (A. Kröner) Stuttgart.
Druck der Union Deutsche Verlagsgesellschaft ebendaselbst.



DINGLERS
POLYTECHNISCHES JOURNAL.
81. Jahrg., Bd. 315, Heft 25. Stuttgart, 23. Juni 1900.

Jährlich 52 Hefte in Quart. **Abonnementspreis** vierteljährlich 6 M., direkt franko unter Kreuzband für Deutschland und Oesterreich 6 M. 65 Pf., für das Ausland 7 M. 30 Pf. Redaktionelle Sendungen und Mitteilungen bittet man zu richten: An die Redaktion von „Dinglers Polytechn. Journal“ in **Stuttgart**, die Expedition betreffende Schreiben an Arnold Bergsträsser Verlagsbuchhandlung (A. Kröner) Stuttgart.



Ventilkonstruktionen für raschlaufende Gebläse[1]).

Die moderne Entwickelung des Gebläsebaues ist ein Beweis dafür, wie die Maschinentechnik es noch immer verstanden hat, sobald eine neue Anforderung an sie aus der Natur irgend eines Betriebes heraus sich entwickelte, dieselbe konstruktiv zu lösen, selbst wenn anfangs schwere, ja unübersteigliche Schwierigkeiten dies unmöglich zu machen schienen.

Die, gegenüber den heute benutzten, kleinen Hochöfen einer früheren Zeit gebrauchten nur geringe Luftmengen von unter 1/4 at Ueberdruck; man kam mit gewöhnlichen Klappenventilen mit Filz- oder Lederdichtung bei den kleinen Kolbengeschwindigkeiten aus. Aber der gesteigerte Verbrauch an Roheisen vergrösserte Höhe und Leistung der Oefen und der Hüttenmann verlangte immer grössere Windmengen und geht heute bis zu Drücken von 1 at Ueberdruck hinauf. Es galt jetzt, zum Antrieb ökonomischer arbeitende Dampfmaschinen von moderner Konstruktion mit etwa 50 bis 60 Umdrehungen in der Minute zu verwenden; die Dichtungen von Filz und Leder hielten überdies den höheren Temperaturen nicht mehr stand, es kamen also allein Ventile mit Metalldichtung in Betracht. Neuerdings verlangte man sogar infolge des direkten Antriebes der Gebläse durch Gasmotoren Ventile, die bei 120 und mehr minutlichen Umdrehungen sicher und geräuschlos funktionierten, d. h. es war dem Maschinenbau eine neue, eigenartige Aufgabe gestellt, die bei der Bedeutung des Objekts den Ehrgeiz der Erfinder naturgemäss in hohem Masse anstacheln musste. Die Schwierigkeit derselben lag namentlich darin, die durch die grossen Geschwindigkeiten hervorgerufenen Massenkräfte entweder bis zu einer unschädlichen Grösse zu verringern, oder sie durch besondere Konstruktionen so aufzunehmen, dass nennenswerte Stösse vermieden wurden. Das erste erreicht man dadurch, dass man die bewegten Massen so viel als irgend möglich verkleinert, während das zweite meistens durch Einschalten eines Luftbuffers herbeigeführt wird. Zunächst versuchte man durch geringere konstruktive Aenderungen der bei Pumpen, Kondensatoren u. s. w. benutzten Metallventile zum Ziele zu kommen. Aber wir sehen sofort, dass hier eine ganze Reihe von widersprechenden Forderungen auftreten: relativ hohe Pressung erheischt grosse Wandstärken, die jedoch der Massenkräfte wegen möglichst zu verringern sind; trotz der hohen Temperatur soll ein elastischer Schluss stattfinden; die Führung, die viel Masse erfordert, ist möglichst zu beschränken oder am besten ganz zu beseitigen, jedoch darf darunter das sichere Spiel nicht leiden. Aufgabe des Konstrukteurs ist es, von diesen sich widersprechenden Forderungen möglichst vielen gerecht zu werden.

Zunächst wurde meist eine ganze Anzahl kleiner Ventile angewandt, um den hinreichenden Durchflussquerschnitt zu erhalten. So verfahren z. B. die Werke von *Schneider und Co.*, Creusot. Sie benutzen dünne Scheiben aus Bronze von 60 bis 80 mm Durchmesser, deren Dicke je nach der Pressung 0,5 bis 1,5 mm beträgt; sie werden auf ihren Sitz durch Spiralfedern niedergedrückt, welche durch Aufwickeln flacher Blechstreifen gebildet sind. Als Geschwindigkeiten werden in den Ventilen 15 bis 25 m/Sek. von diesem Werke zugelassen. Die Gewichte der bewegten

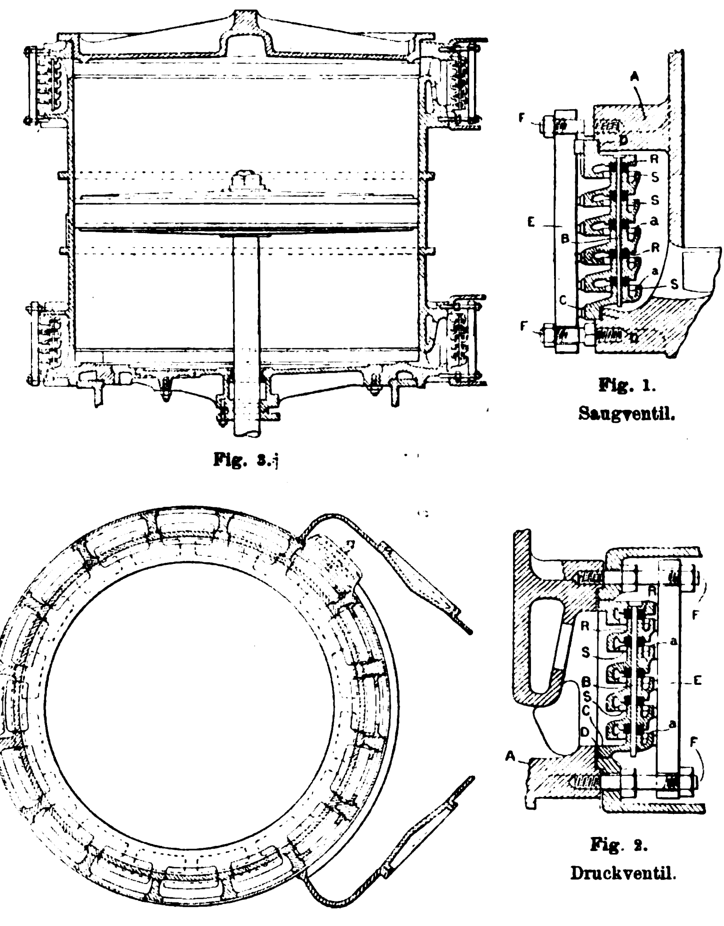


Fig. 3.

Fig. 1. Saugventil.

Fig. 4.

Fig. 2. Druckventil.

Fig. 3 u. 4 Gebläsecylinder, gebaut von der Elsässischen Maschinenbaugesellschaft.

Massen sind schon sehr gering, z. B. bei einem Gebläse in Alais, welches 520 cbm bei 40 Touren ansaugt, wiegen die 780 vorhandenen Scheiben nur 33 kg, in Mont-Saint-Martin, wo 400 cbm bei 50 Touren gefördert werden, ist das Gewicht von 400 Scheiben nur 21 kg. *Cockerill* in Seraing benutzt dieselben Ventile, verfertigt sie jedoch aus Stahlblech und wendet runde Spiralfedern an. Die *Elsässische Maschinenbaugesellschaft* in Mülhausen bedient sich der ihr

[1]) Nach den auf S. 286 d. Bd. angegebenen Quellen, insbesondere *M. E. Demenge, Revue générale des sciences*, 28. Februar 1900.

durch D. R. P. Nr. 78776 geschützten Ventilkonstruktion, welche Fig. 1 und 2 erkennen lassen, während Fig. 3 und 4 deren Anordnung am Gebläsecylinder zeigen [2]).

Ein gusseiserner Rahmen C trägt Spindeln B, von denen meistens vier in einem Rahmen gelagert sind. Auf diesen Spindeln B sitzen Scheiben a aus Stahlblech, etwa fünf auf jeder Spindel, welche durch Spiralfedern R auf

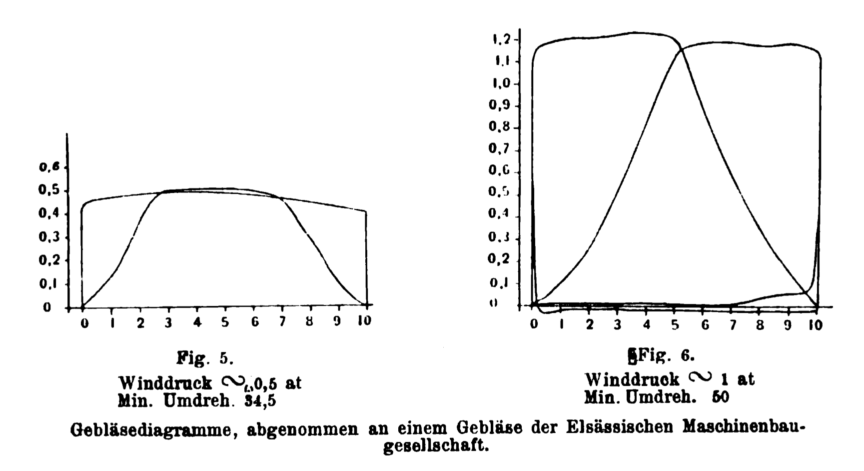


Fig. 5. Winddruck ∾ 0,5 at Min. Umdreh. 34,5

Fig. 6. Winddruck ∾ 1 at Min. Umdreh. 50

Gebläsediagramme, abgenommen an einem Gebläse der Elsässischen Maschinenbaugesellschaft.

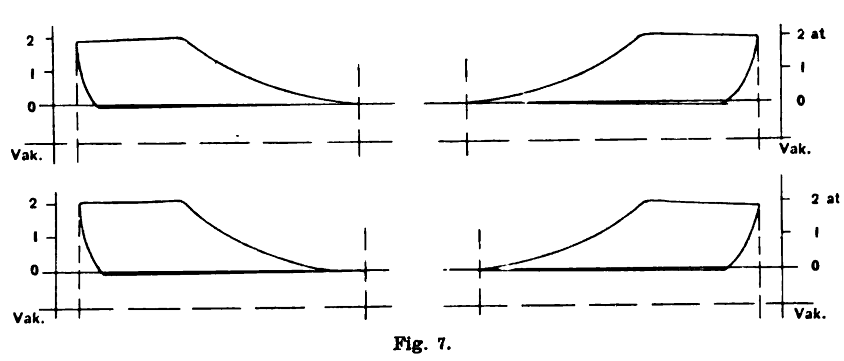


Fig. 7.

Winddiagramme eines Stahlwerksgebläses für das Eisenwerk Kladno, gebaut von Breitfeld, Danek und Co.

den mit Ausschnitten S versehenen Rahmen B gedrückt werden. Mit ihrem anderen Ende legen sich diese Federn in Höhlungen, die unter jedem Ventilsitz angebracht sind. Durch Bolzen F und Bügel E werden die Rahmen C mit einem herumgehenden Flansch gegen den Cylinder gepresst und an diesem Flansch durch eine untergelegte Dichtung abgedichtet. Als Vorteile der Anordnung werden angeführt: die Ventile sind leicht nachzusehen und etwaige Ausbesse-

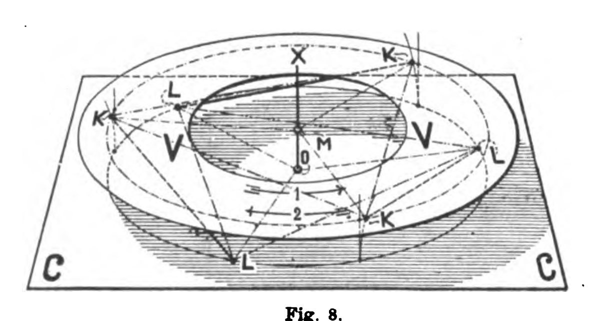


Fig. 8.

Schematische Darstellung eines Láng-Hörbiger-Ventils.

rungen sind rasch vorzunehmen; die schädlichen Räume sind sehr klein; der geringe Hub ermöglicht einen relativ raschen Gang, ohne dass dadurch der Wirkungsgrad herabgedrückt würde.

Die Maschinen laufen mit 25 bis 50 Touren. Die Ventilquerschnitte sind so gewählt, dass die Geschwindigkeit in den Saugventilen dabei zwischen 10 und 20 m/Sek., in den Druckventilen zwischen 15 und 30 m/Sek. bleibt.

Fig. 5 und 6 stellen Druckdiagramme dar, welche an diesen Maschinen abgenommen sind, und zwar das erste bei 34,5 minutlichen Umdrehungen und 0,5 at Winddruck, das zweite bei 50 minutlichen Umdrehungen und einer Windpressung von über 1 at Ueberdruck.

Riedler versuchte in der Mitte der 90er Jahre einen anderen Weg zu beschreiten [3]): Er benutzte Ventile, die bei der Oeffnung überhaupt nicht geführt waren, deren Schluss jedoch durch eine vom Triebwerke der Maschine abgeleitete Steuerung hergestellt wurde.

Selbst bei den grössten Maschinen wurden nur ein oder zwei Saugventile und ebenso viele Druckventile auf jeder Seite angewendet, wobei man allerdings zu ganz bedeutenden Durchmessern der Ventilscheiben, 1000 mm und mehr, gelangte. Diese Scheiben, die ringförmig ausgebildet waren und nur wenige Millimeter Stärke besassen, wurden nur an den Rändern durch vier Rippen geführt, um so ein seitliches Wegblasen zu verhindern, konnten aber sonst ganz frei auffliegen, wobei ein Kanten, das man anfangs befürchtet hatte, infolge der Schnelligkeit der Bewegung nicht stattfand. Der Schluss trat dadurch ein, dass der Ventilfänger, gegen den sich der Ring beim Auffliegen gelegt hatte, durch die Steuerung herabbewegt wurde und den Ring auf seinen Sitz zurückführte. Obgleich die Ventile gut arbeiteten, wie insbesondere die Diagramme Fig. 7 zeigen, so sind doch mit diesem System mannigfache Nachteile verbunden, wie sehr grosse schädliche Räume infolge der notwendigerweise wagerechten Anordnung der Ventile und eine verwickelte Steuerung. *Riedler* sagt daher auch selbst, dass es ihm nur in bestimmten Fällen, bei geringer Kolbengeschwindigkeit und bis zu 40 minutlichen Umdrehungen mit Nutzen anwendbar erschiene.

Wir sehen somit: alle bis jetzt erwähnten Konstruktionen erlauben höchstens Hubzahlen von 50 bis 60 in einer Minute, während, wie schon oben bemerkt, seit kurzem 120 und mehr vom Hüttenbetriebe verlangt werden. Es sind jedoch schon drei Ventilarten bekannt geworden, die auch diesen weitgehenden Forderungen im vollem Masse gerecht werden, und die deshalb im folgenden etwas eingehender besprochen werden sollen.

Die ältesten von diesen sind die durch D. R. P. Nr. 87 267 geschützten „Lenkerventile *Láng-Hörbiger*", wie sie von der Firma *Hörbiger und Rogler,* Budapest, konstruiert werden. Das in ihnen verwertete Prinzip ist wohl am besten aus der schematischen Fig. 8 zu ersehen: Die dünne Stahl-Ringplatte V wird durch drei, oder bei grösseren Ventildurchmessern auch mehrere, um die Ventilmittelpunkte gleichmässig verteilte, bieg-

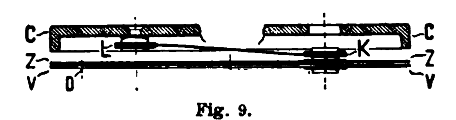


Fig. 9.

Form des Sitzes eines Láng-Hörbiger-Ventils.

same Lenker L K geführt, die bei L mit dem festen Ventilfänger C, bei K mit der beweglichen Ventilklappe V verbunden sind. Schon aus dieser schematischen Darstellung geht der Hauptvorteil klar hervor: die bewegte Masse kann soweit als wünschenswert verringert werden, und dabei ist doch eine sichere Führung vorhanden, die noch dazu vollständig reibungslos ist. Die Konstruktion der Ventilklappe selbst zeigt Fig. 9 für ein Druckventil von 244 mm äusserem, 2,0 mm innerem Durchmesser. Es ist eine ringförmige Scheibe V aus leicht gehärtetem Stahlblech von 2 mm Stärke; parallel zu ihr liegt eine zweite Scheibe Z von nur 0,8 mm Stärke in einem Abstande von

[2]) Vgl. *Zeitschrift des Vereins deutscher Ingenieure,* 1899 S. 406.

[3]) Vgl. „*Schnellbetrieb*"-*Gebläsemaschinen,* S. 7 ff.

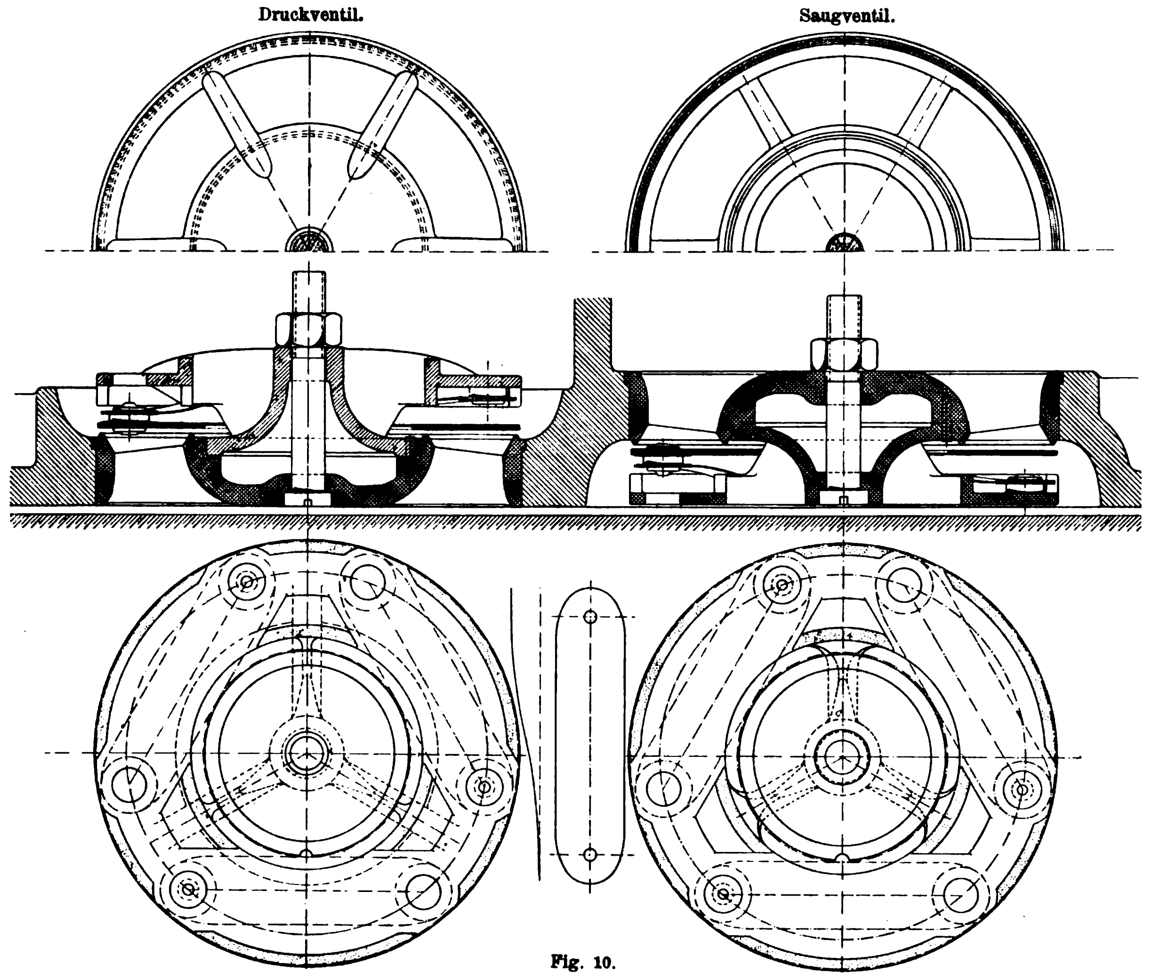


Fig. 10.
Einfaches Gebläseventil. Patent Láng-Hörbiger.

etwa $^1/_2$ mm, die an den Stellen *D* mit der ersten derart verbunden ist, dass eine geringe Verschiebung gegeneinander, parallel zur Ventilachse, möglich ist. Da sich ja das Druckventil erst bei einem gewissen Ueberdruck im Cylinder, d. h. erst dann, wenn der Kolben eine bestimmte Geschwindigkeit erlangt hat, öffnet, so trifft die Ventilklappe auch mit einer bestimmten Geschwindigkeit auf den Ventilfänger *C* und es entsteht ein Stoss, der leicht einmal der dünnen Klappe verhängnisvoll werden könnte. Da dient dann der mit Luft oder Oel gefüllte Zwischenraum von 0,5 mm zwischen den beiden Scheiben als Kissen, das die Heftigkeit des Stosses mildert. Neuerdings wird auch das Saugventil, das früher nur aus einer einfachen Klappe *V* bestand, vorsichtshalber in derselben Weise wie das Druckventil Fig. 9 ausgeführt. Die Lenker *LK* werden durch federnde Stahlstreifen gebildet; sie haben ausser für die Führung noch für ein Auf-

Verzeichnis ausgeführter Gebläsecylinder mit reibungslos geführten Saug- und Druckventilen.
Patent *Láng-Hörbiger*.

Zahl	Besteller	Ort	Bauart	Cylinder-Abmessungen Durchm. mm	Hub mm
1, 2	Kgl. ungar. Finanzministerium	Vajda-Hunyad, Ungarn	Liegendes Compound-Hochofengebläse	2070	1350
3, 4	Priv. österr.-ungar. Staatseisenbahn-G.	Resicza, Ungarn	Liegendes Compound-Bessemergebläse	1560	1600
5, 6	Oesterr. Alpine-Montangesellschaft	Donawitz, Steiermark	Stehendes Compound-Hochofengebläse	2300	1600
7, 8	Brügmann, Weyland und Co.	Aplerbeck, Westfalen	Liegendes Compound-Hochofengebläse	1800	1500
9, 10	Akt.-Ges. der Dillinger Hüttenwerke	Dillingen, Rheinpreussen	Liegendes Compound-Kupolofengebläse, Rekonstruktion	1300	700
11, 12	Röchling'sche Eisen- und Stahlwerke	Völklingen, Rheinpreuss.	Liegendes Compound-Hochofengebläse, Rekonstruktion	1700	1300
13, 14	Kgl. ungar. Finanzministerium	Theisholz, Ungarn	Stehendes Compound-Hochofengebläse, Rekonstruktion	1800	1260
15, 16	Akt.-Ges. der Maltzow'schen Werke	Ludinow, Russland	Liegendes Compound-Hochofengebläse	1500	1000
17, 18	Société Anonyme John Cockerill	Seraing, Belgien	300 Stück Ventile für ein liegendes Hochofengebläse	2000	1500
19, 20	Akt.-Ges. der Dillinger Hüttenwerke	Dillingen, Rheinpreussen	Liegendes Compound-Bessemergebläse, Rekonstruktion	1500	1500
21, 22	Eisen- und Stahlwerke Bethlenfalva	Falvahütte, Oberschles.	Liegendes Zwillings-Hochofengebläse	2100	1600
23, 24	Hütte „Phönix" Laar	Ruhrort, Westfalen	Liegendes Compound-Hochofengebläse	2100	1500
25, 26	Hütte „Phönix" Laar	Ruhrort, Westfalen	Liegendes Compound-Hochofengebläse	2100	1500
27, 28	Oberschles. Eisenbahnbedarfs-Akt.-Ges.	Friedenshütte, Oberschl.	Liegendes Compound-Hochofengebläse	2250	1500
29	Röchling'sche Eisen- und Stahlwerke	Völklingen	Gaskraftgebläse	1850	1400
30	Röchling'sche Eisen- und Stahlwerke	Karlshütte	Gaskraftgebläse	1850	1400
31	Röchling'sche Eisen- und Stahlwerke	Karlshütte	Gaskraftgebläse	1850	1400
32	Gebrüder Stumm	Neunkirchen	Gaskraftgebläse	1300	850

drücken der Ventile auf die Sitze zu sorgen. Bei dem Ventile mit den oben angegebenen Abmessungen sind sie 40 mm breit und 0,5 mm dick. Die Sitze macht man dann, um ein zu festes Anhaften derselben an dem Sitze infolge der Schmierung zu verhindern. Die konstruktive Gesamtdurchbildung der Ventile zeigt Fig. 10, während

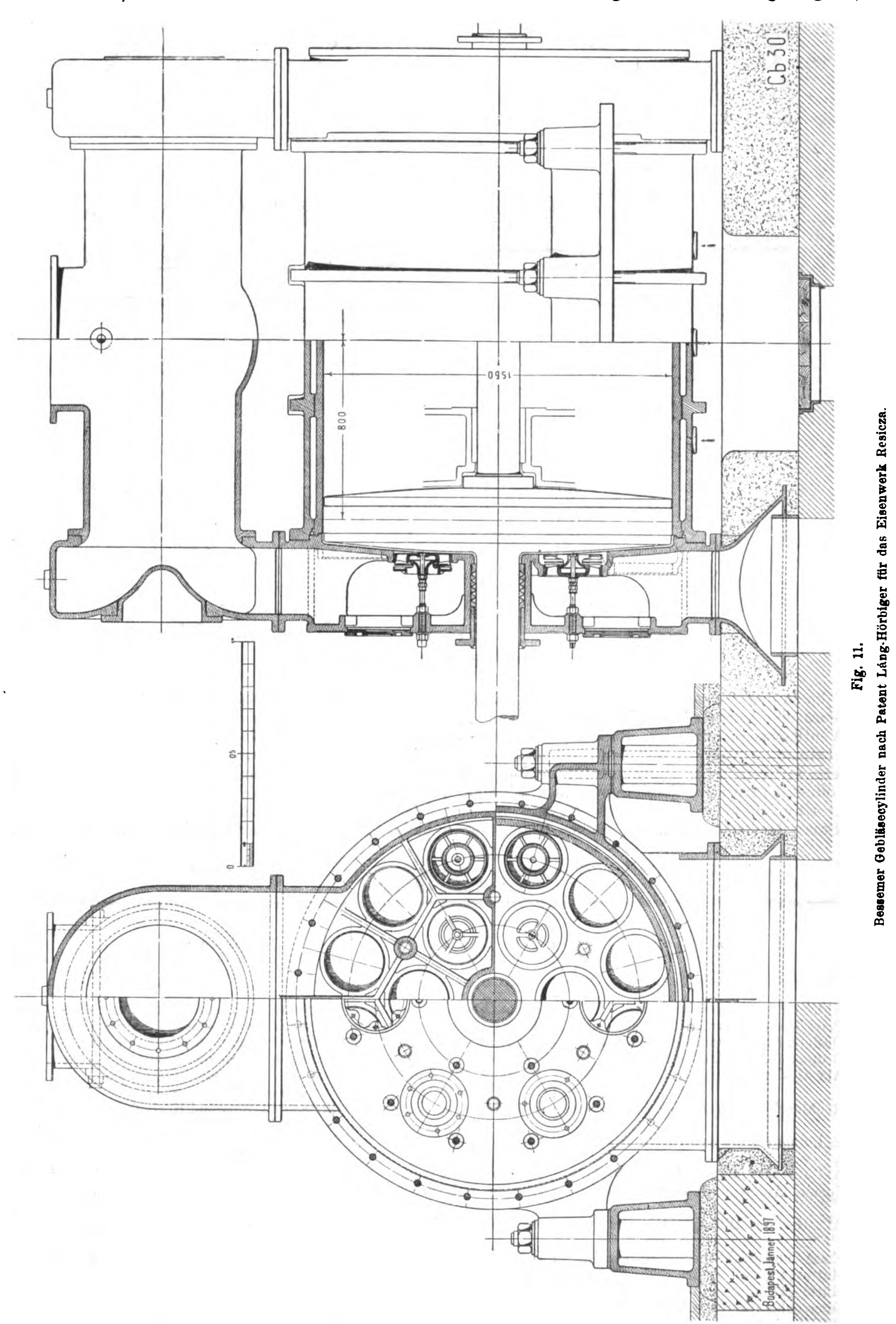


Fig. 11.
Bessemer Gebläsecylinder nach Patent Láng-Hörbiger für das Eisenwerk Resicza.

nicht vollkommen eben, sondern gibt ihnen eine etwas gekrümmte Form, einmal um schmale Auflagerflächen, also geringeren Eröffnungsüberdruck zu erzielen und sodann ... Fig. 11 ihre Anordnung im Cylinder für ein Bessemer-Gebläse des *Eisenwerks Resicza* veranschaulicht. Aus beiden Figuren sind neben den schon angeführten noch

die folgenden Vorteile der Konstruktion ersichtlich: leichte Auswechselbarkeit der beweglichen Teile; grosser Durchgangsquerschnitt selbst bei kleinen Hüben; grosse Einfachheit, namentlich keine Steuerung. Ausserdem wird der nach Fig. 12 ausgeführt. Für die höchsten angewendeten Hubzahlen wird neuerdings bei den Saugventilen (siehe Fig. 13) ein kleiner, konzentrisch liegender „Voröffner“ benutzt, dessen Masse und Hub beträchtlich geringer sind

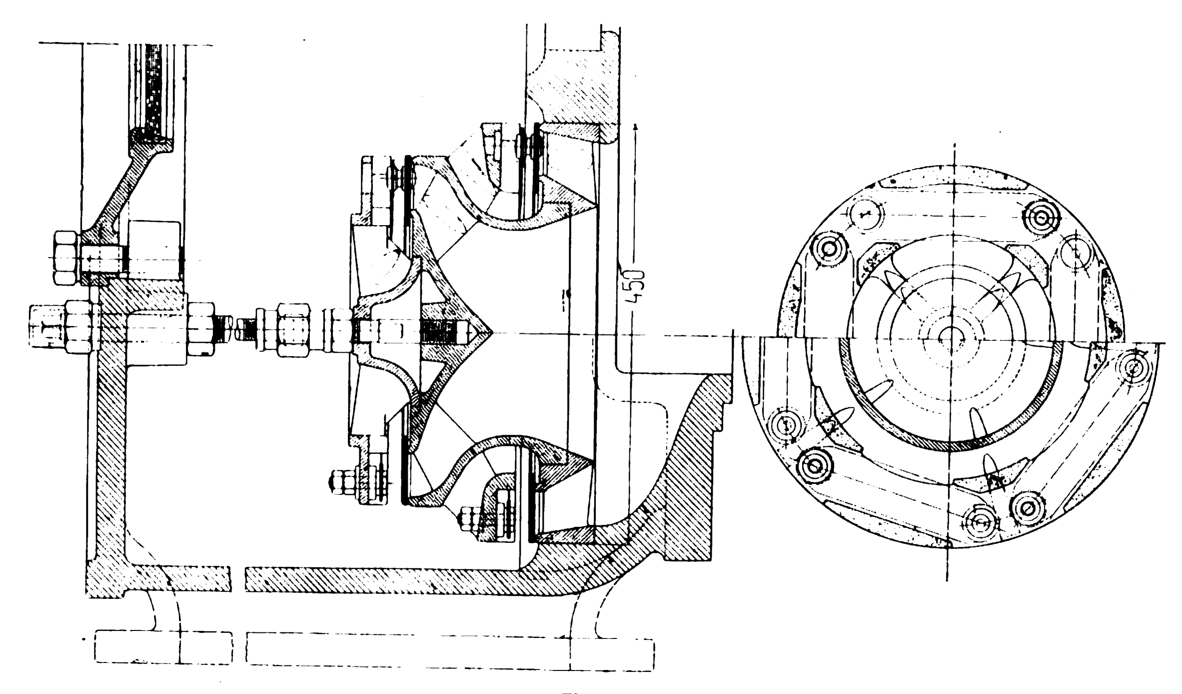


Fig. 12.
Etagenförmiges Druckventil, Patent Láng-Hörbiger.

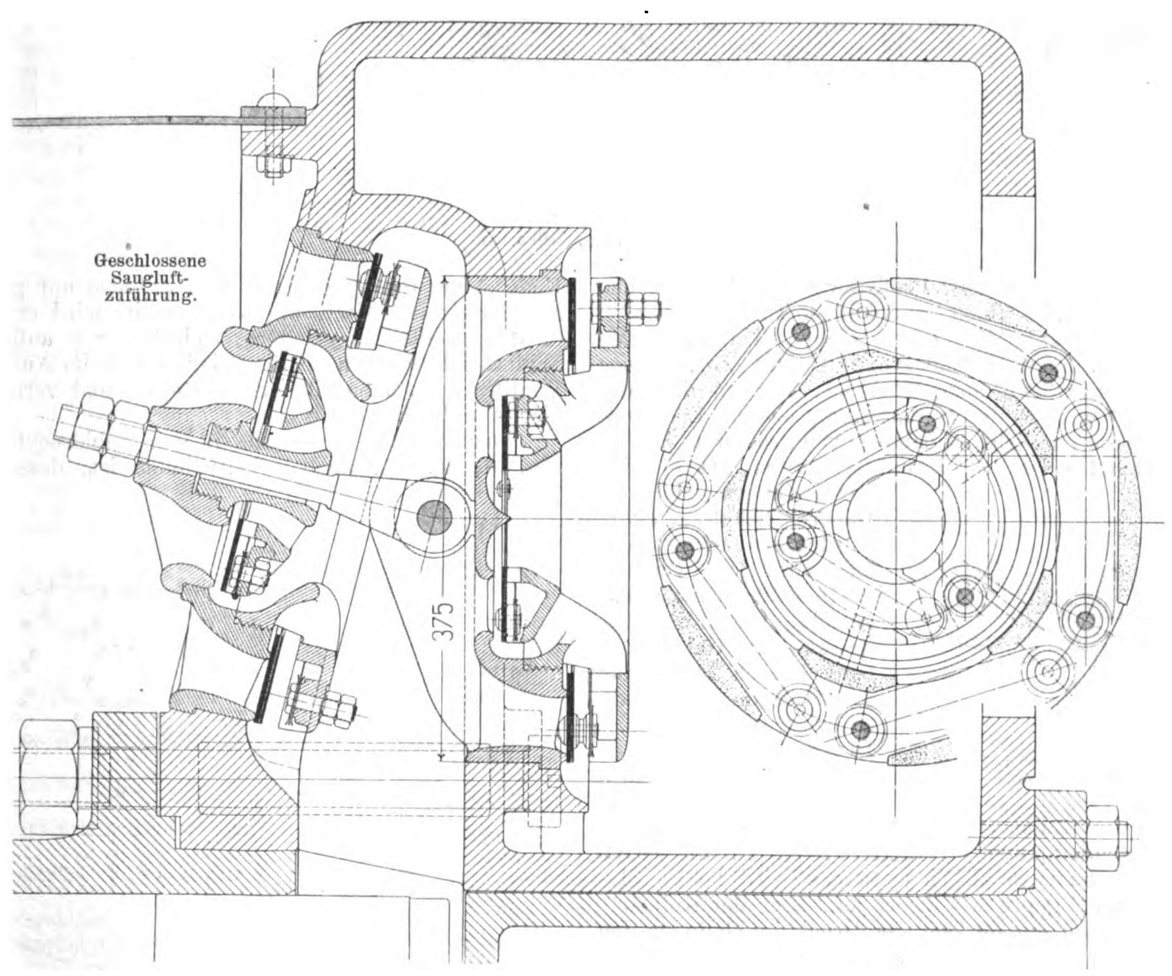


Fig. 13.
Ventilkammer für raschlaufende Gebläse mit hoher Kolbengeschwindigkeit.

Konstrukteur im Gesamtentwurf durch die Eigenart der Ventile wenig behindert, was noch besser aus Fig. 13 zu erkennen ist. Zur Erzielung grosser Durchströmungsquerschnitte werden die Druckventile als Etagenventile als bei dem Hauptringe, und der durch rascheren Druckausgleich namentlich ein ruhiges, flatterfreies Oeffnen herbeiführen soll. Ersichtlich ist aus Fig. 13 ausserdem, wie durch Schiefstellen der einen Ventilachse ein sehr



geringer schädlicher Raum und eine günstigere Windführung zu erzielen ist. Fig. 14 endlich gibt ein Bild der ringförmigen Kammer, in welche die in Fig. 13 gekennzeichneten Ventilpaare sich vorteilhaft einbauen lassen. Dass sich die besprochene Konstruktion in der Praxis gut bewährt, beweist insbesondere vorstehende Aufstellung über die bis jetzt von der Firma *Hörbiger und Rogler* ausgeführten Aufträge.

Ist in der bisher eingehend geschilderten Konstruktion das Hauptgewicht auf die Verringerung der bewegten Massen und die Herstellung einer reibungslosen Führung gelegt, während dem Luftbuffer eine mehr untergeordnete Rolle zufällt, so hat *Stumpf*, Professor an der Technischen Hochschule Berlin, in seinen „rückläufigen Druckventilen“ [4]) den entgegengesetzten Weg eingeschlagen. Diese bestehen aus einem gewöhnlichen Tellerventil C (Fig. 15), dessen Spindel T jedoch hohl ausgeführt ist, und an dem der eigentlichen Ventilscheibe C entgegengesetzten Ende mit einer der ersten parallelen Scheibe D von grösserem Durchmesser verbunden ist. C, T und D werden, da etwaige Verbindungen sich im Dauerbetrieb stets lockern würden, aus einem Stücke, und zwar aus weichem geschmiedeten Stahl hergestellt. Findet eine Bewegung des Gebläsekolbens P nach rechts und somit ein Ansaugen statt, so wird der Druck im Druckraume R den im Cylinder herrschenden Druck überwiegen, und da er durch den Kanal k, dessen Durchflussöffnung man mit Hilfe der Regulierspindel s verändern kann, auf die rechte Seite der Scheibe D zu wirken vermag, so wird das Ventil C auf seinen Sitz S gepresst. Kehrt jetzt aber der Kolben P um, so wird nach einiger Zeit der Druck im Cylinder den im Druckraume R überwiegen, und da er durch T hinter D zu treten vermag, das Ventil C entgegen der Bewegung des Kolbens von seinem Sitze S abheben, so dass ein Hinüberdrücken der Luft in den Raum R möglich ist. Dieses Abheben findet gegen das Luftkissen auf der rechten Seite von D, also lautlos und ohne Stoss statt. Ist der veränderliche Druck im Cylinder mit p', der im Druckraume R mit p bezeichnet, so wird eine Oeffnung des Ventiles, abgesehen von Reibungswiderständen, bei den in Fig. 15 angegebenen Abmessungen stattfinden, sobald

$$p' \cdot \left(\frac{150^2\pi}{4} - \frac{110^2\pi}{4}\right) > p \cdot \left(\frac{150^2\pi}{4} - \frac{20^2\pi}{4}\right)$$

geworden ist. Das Ventil bleibt nun so lange offen, bis der Kolben P, fast am linken Ende seines Hubes angekommen, es auf seinen Sitz zurückschiebt. Der hierbei eintretende Stoss zwischen Kolben und Ventil wird einerseits nicht erheblich sein, da der Kolben ja ziemlich am Ende seiner Bewegung angelangt ist, also nur geringe Geschwindigkeit besitzt, und andererseits wird er durch die in den Kolben eingelagerte Spiralfeder f aufgenommen. Schliesslich wirkt noch die Scheibe D beim Aufsetzen des Ventiles auf seinen Sitz als Luftbuffer und vernichtet den hierbei entstehenden Stoss.

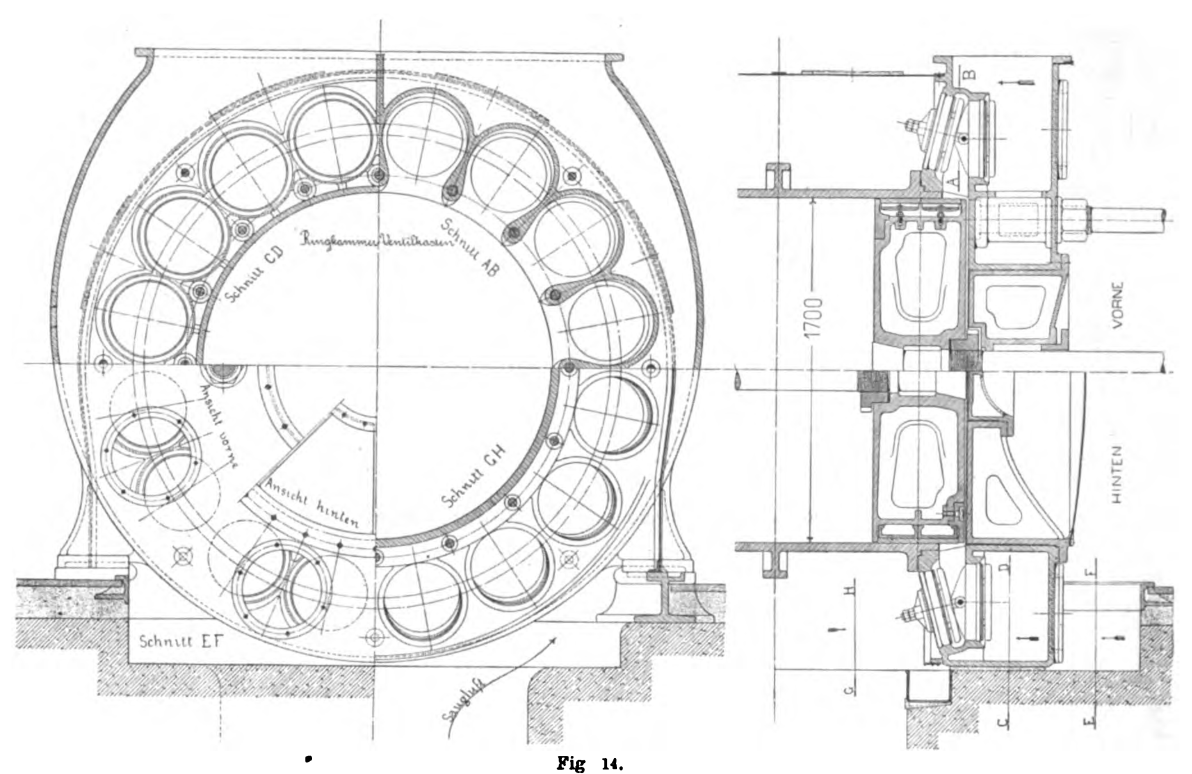


Fig 14.
Ringkammerventilkasten.

Fig. 15.
Rückläufiges Druckventil, Patent Riedler-Stumpf.

Den Einbau der Ventile in den Gebläsecylinder zeigt Fig. 16, aus der auch zu entnehmen ist, dass die Saugsteuerorgane meistens durch Rundschieber gebildet werden. Hingewiesen sei auch noch auf die hohle Kolbenstange, die bei den grossen hier angewandten Geschwindigkeiten zur Kühlung von einem Wasserstrome durchflossen wird.

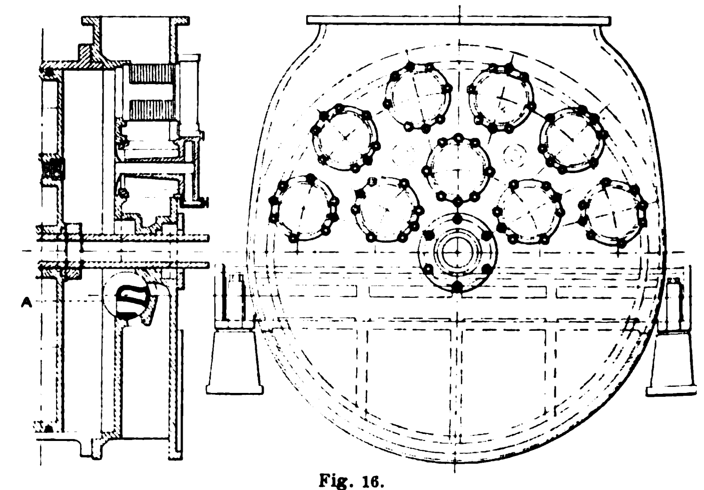


Fig. 16.
Gebläsecylinder mit Riedler-Stumpf-Ventilen.

[4]) D. R. P. Nr. 99 398.

Mit den beschriebenen Ventilen wurden eingehende Versuche im Maschinenlaboratorium der Technischen Hochschule Berlin von Prof. *Josse* angestellt, aus deren Ergebnissen wir nur folgendes hervorheben möchten [5]):

Zunächst wurden Untersuchungen an einem Kompressor für mehrere Atmosphären Druck ausgeführt, die ein sehr günstiges Resultat ergaben: ruhiger und präziser Ventilgang auch bei verschiedenen Drücken und stark wechselnden Tourenzahlen bis zu 200, ja 300 Umdrehungen in der Minute hinauf. Das beweisen auch die Ventilerhebungsdiagramme, von denen Fig. 17 eine Probe bietet. Dieselben sind dadurch erhalten, dass man den Schreibstift eines gewöhnlichen Indikators direkt mit der Ventilspindel verband, während die Trommel in gewöhnlicher Weise vom Kreuzkopf aus angetrieben wurde. Späterhin ging man zu Versuchen an einem Gebläse über, in welches man anfangs ein sehr leichtes Ventil, von 5 kg Gewicht, aus einer Aluminiumlegierung, später ein sehr schweres Stahlventil, das 13 kg wog, einbaute, um die dadurch hervorgerufenen Verschiedenheiten zu studieren. Als Resultat kann man angeben, dass es bei beiden Ventilen möglich war, innerhalb der Grenzen von 40 und 120 minutlichen Umdrehungen und von 0,1 bis 1,0 at Druck ein einwandfreies Arbeiten zu erzielen, und namentlich wurde das der Lebensdauer der Ventile so sehr schädliche Flattern niemals beobachtet. Ausserdem ergab sich noch, dass die Einstellung der Schlusssteuerung durch den Kolben nicht sehr genau erforderlich war, da man die Bewegung des Ventils durch Einstellung des Luftbuffers mit Hilfe der Regulierspindel von aussen her vollkommen in der Hand hat. — Auch diese Ventile haben schon zahlreiche Anwendung gefunden: in den im Oktober 1899 erschienenen Veröffentlichungen werden die untenstehenden Anlagen als in Ausführung begriffen angeführt.

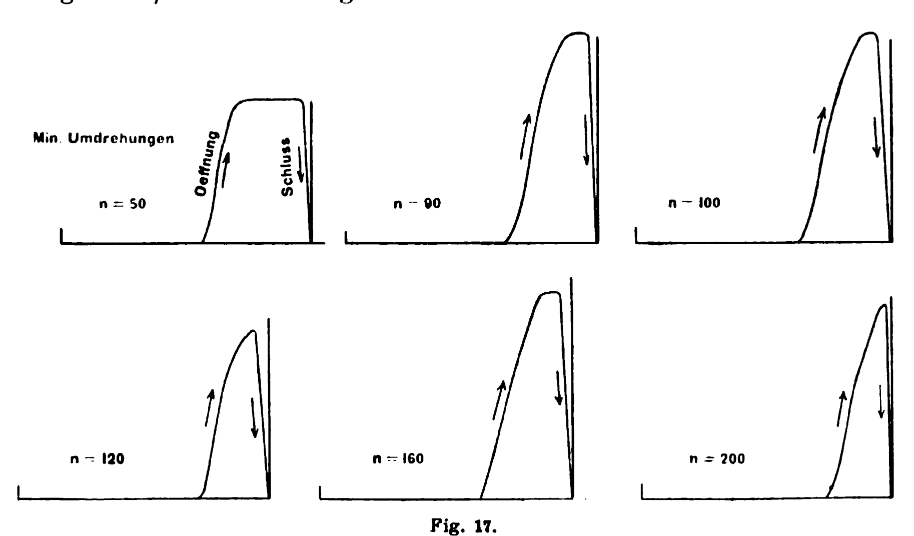


Fig. 17.
Ventilerhebungsdiagramme zu Riedler-Stumpf-Ventilen.

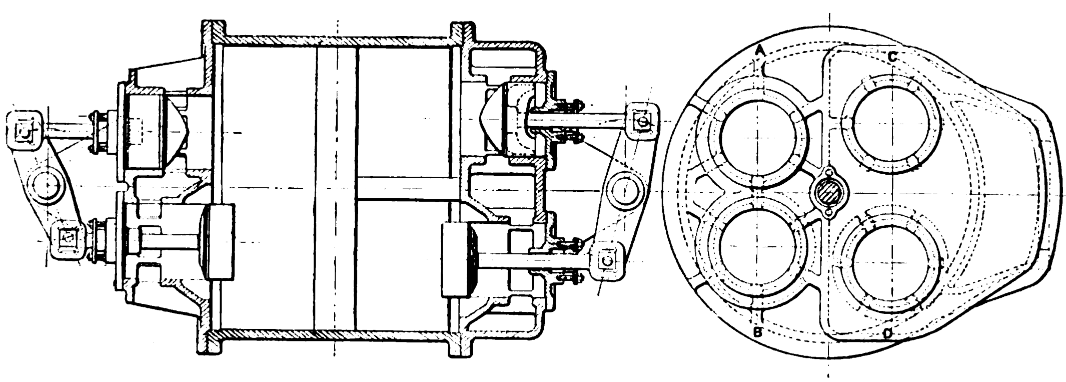
[5]) Vgl. *Riedler*: *„Schnellbetrieb"-Expresskompressoren*, S. 6 ff. *Gebläse*, S. 41 ff.

Ein eigenartiger Gedanke ist schliesslich in der dritten Konstruktion von Steuerorganen für rasch laufende Gebläsemaschinen ausgebildet, die dem Washington meeting der *American Society of Mechanical Engineers* im Mai 1899 durch *Fred. W. Gordon* vorgelegt ist. Dieselbe sucht die grossen Vorteile aller Ventile vor den Schiebern beizubehalten, vermeidet jedoch den Hauptnachteil der Ventile: das stossweise Aufsetzen auf ihren Sitz, vollkommen. Die Wirkungsweise dieser zwangläufig geführten „Kolbenventile" ist wohl aus den weiter unten folgenden Figuren ohne weitere Erklärung ersichtlich. Ihre Bewegung wird von einem doppelarmigen Hebel aus abgeleitet, der um seine Achse von einem auf der Kurbelwelle sitzenden Exzenter entweder direkt in Schwingungen versetzt wird, oder mittels einer Schwungscheibe und Lenkstange in ganz derselben Weise, wie dies bei Corliss-Maschinen üblich ist. Die Eigenart der Konstruktion bedingt, dass die Ventile stets paarweise angetrieben werden, und zwar werden die zu einem Paare gehörigen Ventile entweder beide als Druck- oder Saugventile, oder das eine als Druck-, das andere als Saugventil ausgebildet. Im ersten Falle werden für jede Cylinderseite zwei Ventilpaare nötig sein (vgl. Fig. 18), im zweiten nur ein Paar (vgl. Fig. 19). Die Dichtung wird bei kleinen Drücken nur durch genaues Einpassen der Ventilcylinder in ihre Bohrungen erzielt, bei höheren Drücken verwendet man federnde Metallringe; namentlich hat sich der in Fig. 21 angegebene Doppelring gut bewährt. Diese Figur stellt ein Ventilpaar dar, das als ein Einlassventil zu wirken hat. Das obere Ventil öffnet bei Bewegung nach links, das untere bei Bewegung nach rechts. Das letztere wird dabei durch Rippen geführt, um so die hohlkegelartige Aussparung für den Eintritt der Luft zu ermöglichen. Demgegenüber hat die Ausführung nach Fig. 19 den Vorteil, dass die beiden Ventile eines Paares ganz gleich hergestellt werden können, da ja die hier gewünschte entgegengesetzte Wirkungsweise durch ihre gegenläufige Bewegung ausgeführt wird. Die hierdurch gegebenen konstruktiven Vorteile lassen sich nicht immer, namentlich bei höheren Drücken nicht ausnutzen, und zwar aus dem folgenden Grunde: bei diesen zwangläufigen Ventilen erfolgt ja die Oeffnung unabhängig

Verzeichnis von Gebläsecylindern mit „rückläufigen Druckventilen", Patent *Riedler-Stumpf*.

	Leistung cbm	Pressung at	Minutl. Umdrehungen n	Hub mm	Windcylinderdurchmesser mm	Dampfcylinderdurchmesser mm	
1 Hochofengebläse für Donawitz .	700	0,9	60	1300	2120	870 u. 1740	*Maschinenfabrik der Oesterr. Alp.-Montangesellschaft.*
2 Hochofengebläse für Eisenerz .	700	0,9	60	1300	2120	870 u. 1740	*Maschinenfabrik der Oesterr.-Alp.-Montangesellschaft.*
1 Hochofengebläse für Donawitz .	700	0,9	60	1300	2120	870 u. 1740	*E. Skoda*, Pilsen.
1 Hochofengebläse für Witkowitz	1450	0,9	65	1300	2400	1150 u. 2000	*Breitfeld, Danek und Co.*, Prag.
1 Stahlwerksgebläse für Haspe .	500	2	65	1500	1300	1000 u. 1500	*Siegener Maschinenbauanstalt.*
1 Stahlwerksgebläse für Kneuttingen	800	2,5	60	1700	1650	1300 u. 2000	*Gutehoffnungshütte.*
1 Stahlwerksgebläse für Kneuttingen	710	2,5	60	1600	1650	1300 u. 2000	*Union*, Essen a. d. Ruhr.
1 Hochofengebläse mit Gasmotorantrieb	550	2,5	90	750	1650	—	*Société Cockerill*, Seraing.
1 Hochofengebläse mit Gasmotorantrieb und zahlreiche Luftkompressionsmaschinen . .	550	2,5	135	500	1650	—	*Gasmotorenfabrik Deutz.*

vom Kompressionsdruck und sie müssen so eingestellt werden, dass sie erst öffnen, wenn der Kompressionsdruck eine geeignete Höhe erreicht hat. Oft lässt sich dies, falls man die Bewegung aller Ventile von einem Exzenter abzuleiten beabsichtigt, mit Rücksicht auf ein richtiges Funktionieren der Einlasssteuerung nicht erreichen, und man ist gezwungen, Einlass- und Auslassorgane durch je ein besonderes Exzenter zu steuern, wie das z. B. bei dem



Schnitt *AB* oder durch die Mitten der Einlassventile. Schnitt *CD* oder durch die Mitten der Auslassventile.

Fig. 18.
Gebläsecylinder von 1067 mm Durchmesser, 762 mm Hub, 160 minutl. Umdrehungen mit Kolbenventilen.

Gebläse Fig. 18 der Fall ist. Ausserdem werden auch bei nur zwei Ventilen auf jeder Seite die Druckflächen und damit die biegenden Kräfte leicht ganz erhebliche. Im übrigen bietet diese dritte Konstruktion mannigfache Vorteile. Ausser dem schon erwähnten, dass ein Ventilschlag ausgeschlossen ist, heben wir noch hervor: grosse konstruktive Einfachheit; ein vollständiger Ausgleich der auf-

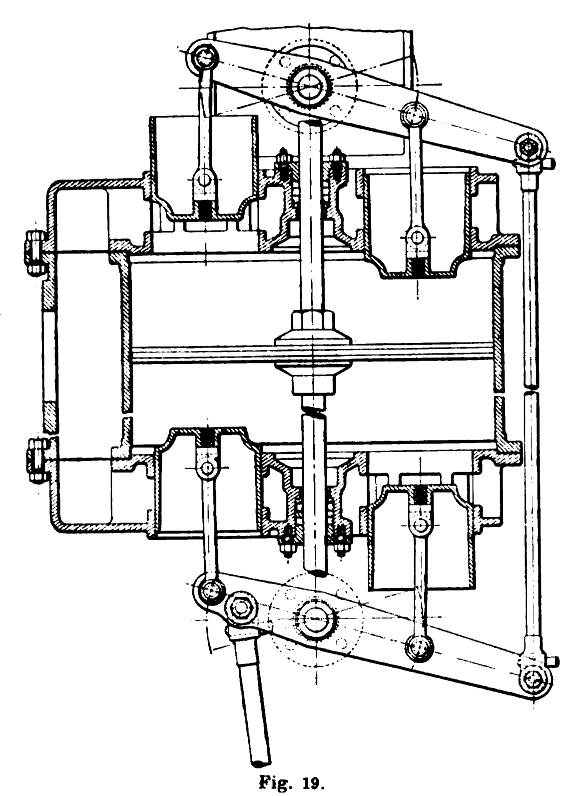


Fig. 19.
Raschlaufendes Kolbengebläse mit Kolbenventilen zum Ersatz von rotierenden Gebläsen.

tretenden Kräfte, sowohl der durch die bewegten Massen hervorgerufenen, wie auch der durch den Druck auf die Ventilflächen verursachten, ist bei der paarweisen Anordnung leicht zu erreichen, und es sind daher fast beliebig hohe Umdrehungszahlen möglich; der schädliche Raum lässt sich thatsächlich auf ein Minimum zurückführen (so erreichte man für eine Dampfmaschine, die mit diesen Ventilen versehen war, bei den für Corliss-Maschinen üblichen Abmessungen $1/2$ % des Hubvolumens als schädlichen Raum). Die geringe Entfernung der Steuerorgane von dem Inneren des Cylinders, sowie die Möglichkeit eines grossen Ventilhubes und damit einer raschen Kanalöffnung vermindern die Widerstände und die Drosselung der Luft.

Fig. 18 stellt einen Gebläsecylinder von 1067 mm Durchmesser und 762 mm Hub dar, welcher mit 160 minutlichen Umdrehungen, also 4,05 m/Sek. Kolbengeschwindigkeit betrieben wird. Die Ventile haben 279 mm Durchmesser und die Windpressung kann auf 0,56 kg/qcm steigen. Fig. 19 und 20 geben die Anordnung eines stehenden Gebläses wieder, das bestimmt ist, an die Stelle von rotierenden Gebläsen für Kupolöfen u. s. w. zu treten. Da dabei ganz bedeutende Windmengen zu liefern sind, so können diese Maschinen mit den rotierenden Gebläsen nur bei sehr hohen Umdrehungszahlen, 200 bis 250 Touren in der Minute, in Konkurrenz treten, die sich jedoch bei diesem System, wie wir sahen, wohl erreichen lassen. Dann aber haben sie gegen jene den grossen Vorzug, dass ihr Wirkungsgrad ganz bedeutend besser ist. Können sie doch mit Leichtigkeit ebenso dicht gehalten werden, wie gute Dampfmaschinen, während bei den Schleudergebläsen in diesem Punkte sehr erhebliche Verluste auftreten. Das in den Fig. 19 und 20 dargestellte Gebläse hat einen Cylinderdurchmesser von 1067 mm, während jedes Ventil 305 mm Durchmesser besitzt, so dass der Durchflussquerschnitt ∾ $1/12$ des Kolbenquerschnitts beträgt. Der Hub ist so kurz gewählt, dass die Kolbengeschwindigkeit nur etwa 3 m/Sek. wird, somit die Geschwindigkeit in den Ventilen nur ∾ 36 m/Sek. erreicht, trotz der grossen Tourenzahlen.

Wie wir schon sahen, öffnen diese zwangläufigen Ventile nicht von selbst, sobald der Kompressionsdruck

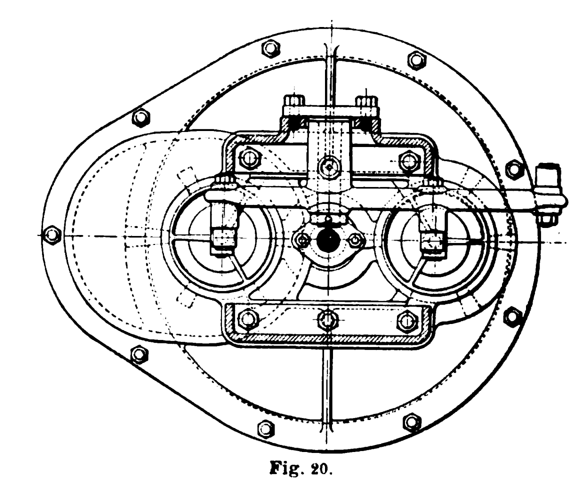


Fig. 20.
Raschlaufendes Kolbengebläse mit Kolbenventilen zum Ersatz von rotierenden Gebläsen.

eine bestimmte Höhe erreicht hat, sondern müssen daraufhin eingestellt werden. Ist dies auch nicht ohne weiteres als direkter Nachteil hinzustellen, so können wir doch dem Verfasser des angezogenen amerikanischen Aufsatzes auch nicht recht geben, wenn er es einen „entschiedenen Vorteil“ nennt, zumal ja gerade dieser Umstand zu konstruktiven Schwierigkeiten führen kann. Wohl ebenfalls von diesem Gesichtspunkte ausgehend, hat man denn auch versucht, ein „Kolbenventil“ zu bauen, das sich durch den Kompressionsdruck, sobald derselbe eine gewünschte Höhe erreicht hat, selbstthätig öffnet. Das ist in dem durch Fig. 22 dargestellten Ventil gelungen, dessen Schluss ähn-

lich wie bei dem Ventil von *Stumpf* zwangläufig erfolgt. Während er aber dort durch den Kolben herbeigeführt wird, wird er hier durch eine äussere Steuerung verursacht. Das eigentliche Kolbenventil A gleitet mit einer inneren Bohrung auf dem festen Kolben B, der im Cylinderdeckel festgeschraubt ist. Das bedingt gleichzeitig eine

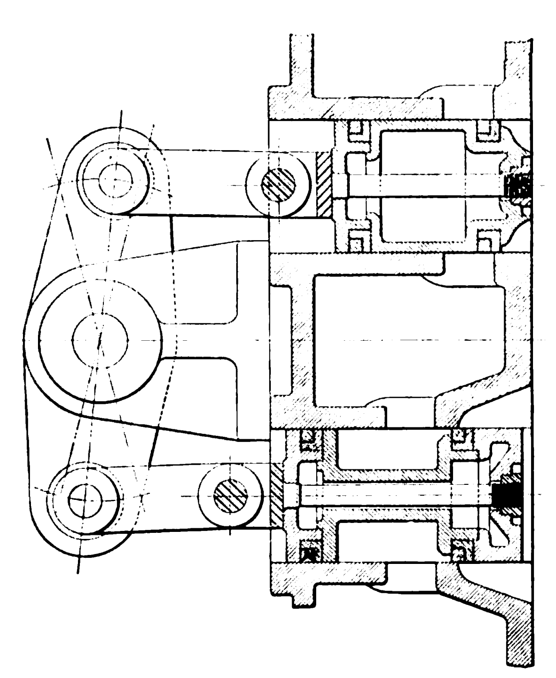


Fig. 21.
Kolbenventilpaar, als Einlassventil wirkend.

leichte Zugänglichkeit aller bewegten Teile für etwaige Reparaturen. In A ist die Stange D verschraubt, welche selbst wieder einen Kolben E trägt, der in einer inneren Bohrung von B geführt wird. Eine kurze, starke Spiralfeder sucht den Kolben E nach aussen zu treiben und so das Ventil zu öffnen. Durch einen Kanal steht der Raum G mit dem Gebläsecylinder in Verbindung. Dieser Kanal wird durch das Kugelventil C geschlossen. Ausserdem kann G, wenn das Loch H über den Schlitz F tritt, mit dem Druckraume in Verbindung gesetzt werden. Der Arm J wird durch eine Exzenterstange in Bewegung gesetzt und drückt das Ventil nach innen, bis es gerade geschlossen hat. In diesem Augenblicke befindet sich der Gebläsekolben in dem linken Totpunkte, welcher auf der Seite des Ventils liegt. Bewegt sich jetzt der Kolben beim Ansaugehube nach rechts, so sinkt der Druck im schädlichen Raume sehr rasch, und das Ventil bewegt sich infolge des Ueberdruckes ebenfalls nach rechts, bis es die volle Ueberdeckung erreicht hat. Das Kugelventil C öffnet sich und stellt in G den Druck auf der Saugseite des Kolbens her. Das Ventil wird jetzt in seiner Stellung verharren, da die Federkraft so abgemessen ist, dass sie nur $^2/_3$ des auf den Ringraum A bis G kommenden Druckes ausmacht, bis der Druck im Cylinder bei der Kompression so hoch gestiegen ist, etwa bis p_1, dass

$$p_1 \cdot A = p \cdot G + (A - G) \cdot p_0 - F$$

geworden ist, wo p die Saugspannung, p_0 den beabsichtigten Enddruck, F die Federkraft und G und A die zu den betreffenden Räumen gehörigen Druckflächen bezeichnen. Wird p_1 noch grösser, so wird das Ventil sich nach links bewegen und nach dem Druckraume hin öffnen. Wie wir sehen, hat man durch Wahl der Flächen ganz in der Hand, bei welchem Druck p_1 das Ventil öffnen soll. Tritt nun bei weiterer Bewegung nach links das Loch H über den Schlitz F, so wird auch im Raume G der Enddruck p_0 hergestellt und damit das Ventil entlastet; denn der Arm J hat jetzt beim Schliessen nur noch die Reibung zu überwinden, da alle Flächen unter gleichem Druck stehen. Leider ist von der ursprünglichen Einfachheit des Kolbenventils hier wenig geblieben und die Erfahrung müsste erst noch die Brauchbarkeit dieser Konstruktion im Dauerbetriebe beweisen. Dass die Ventile anfänglich gut arbeiten,

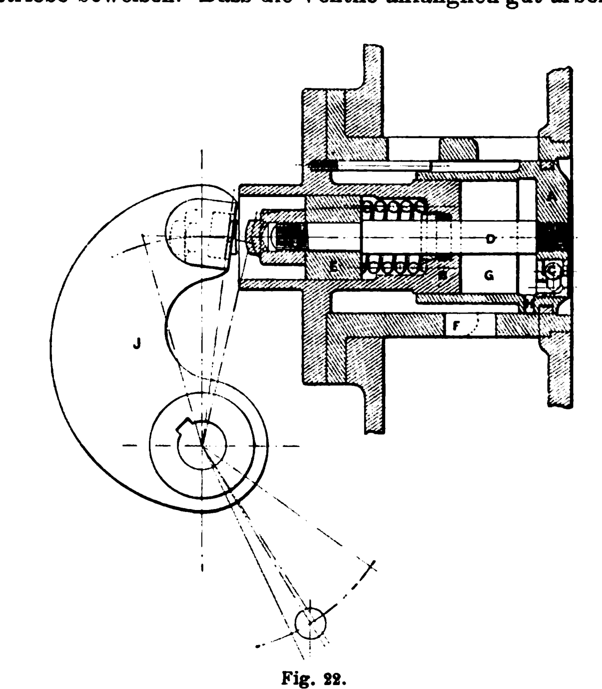


Fig. 22.
Infolge des Kompressionsdruckes selbstthätig sich öffnendes, entlastetes Kolbenventil.

beweist das Druckdiagramm Fig. 23. In demselben bezeichnet o den Augenblick, wo das Ventil sich nach links zu bewegen anfängt, x wo es zu öffnen beginnt, und y wo es ganz geöffnet hat. Ueberraschend ist, dass im Augenblick der Oeffnung bei x sich keine plötzliche Drucksteigerung bemerkbar macht, obgleich der Druck in der

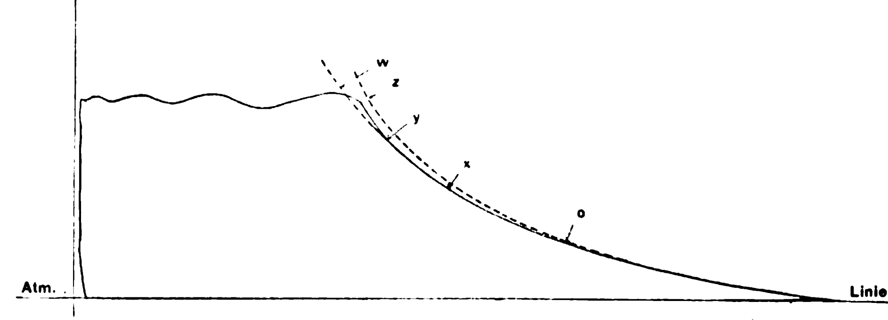


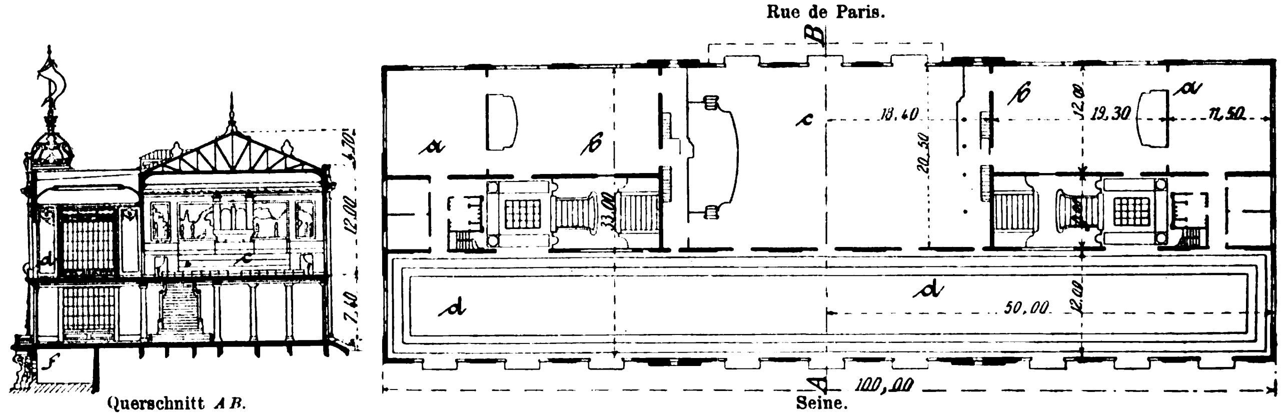
Fig. 23.
Druckdiagramm, abgenommen an einem Gebläse von 1067 mm Cylinderdurchmesser, 762 mm Hub mit selbstthätigen Kolbenventilen.

Druckkammer höher ist als im Cylinder. Erst nach dem Punkte y steigt die Kompressionskurve rascher als man erwarten sollte, aber auch hier tritt nirgends ein plötzlicher Sprung ein. Die Erklärung dieser Erscheinung beruht wohl auf der Trägheit der Luft. Die in der Druckkammer befindliche muss erst beschleunigt, die aus dem Cylinder austretende verzögert werden, ehe ein Druckausgleich stattfinden kann. Dazu ist aber die Zeit zu kurz; verfliesst doch, während der Kolben von x nach y gelangt, nur $^1/_{66}$ Sekunde. Daher steigt der Druck im Cylinder bis zu der in der Druckkammer herrschenden Stärke, noch ehe ein Ausgleich möglich ist. Aus demselben Grunde empfiehlt es sich auch, zwangläufig geführte Ventile schon zu öffnen, bevor der beabsichtigte Kompressionsdruck erreicht ist. Dadurch kann die Wirtschaftlichkeit des Betriebes beträchtlich gesteigert werden. Um wie viel vorher man die Oeffnung herbeiführen soll, darüber entscheiden am besten in jedem einzelnen Falle besondere Versuche.

Mai 1900. *F. Mbg.*

Das Kongressgebäude in Paris.

Als in Paris das Programm für die diesjährige Weltausstellung entworfen wurde, hatte man bekanntlich gleich von vornherein die Verbindung derselben mit einer grossen Reihe internationaler Kongresse ins Auge gefasst und für diese Abhaltungen sogar die Errichtung eines eigenen Gebäudes beschlossen. Dieses offiziell als *„Palais de l'Economie sociale et des Congrès“* bezeichnete Gebäude, das Fig. 1 im Grundriss und Fig. 2 im Querschnitte darstellt, besitzt eine Gesamtlänge von 101,60 m, eine Breite von 34,60 m und vom Fussboden bis zum Dachfirst eine Höhe von 24,10 m auf der Landseite und von 28,60 m auf der Wasserseite; es erhebt sich auf dem rechten Seineufer zunächst der *Alma-Brücke* und steht mit der vorderen Fassademauer unmittelbar auf der Quaimauer des Flusses, so dass es den Anschein hat, als steige es unmittelbar aus dem Wasser empor. Für die architektonische Durchführung hatte man absichtlich den nüchternen Stil aus den Zeiten *Louis XVI.* gewählt, weil diese Epoche mit dem Beginne eines rationellen Studiums der Volkswirtschaft und Sozialpolitik zusammenfällt und auf diese Weise eine gewisse Wechselbeziehung zwischen dem äusseren Aussehen des Bauwerkes und seinem Zwecke — oder mindestens dem Zwecke seines Erdgeschosses zum Ausdrucke gebracht werden konnte. Von den beiden Längsfronten weist die rückwärtige, d. i. die der *Rue de Paris* zugekehrte, ein Erdgeschoss und ein erstes Stockwerk auf, wovon das erstere mit seiner Sohle nur etwa 1,05 m höher liegt als das Strassenniveau und durch eine vorgelegte, aus acht Stufen bestehende Freitreppe (vgl. Fig. 2) erreicht wird, wogegen die an der Seine liegende Vorderfront auch noch ein etwa 5 m hohes Untergeschoss sehen lässt, welches den in Fig. 2 mit *f* bezeichneten Raum einschliesst, der entlang des ganzen Gebäudes verläuft und gleichsam als Fortsetzung des unteren Quaiweges als öffentlicher Durchgang dient. Als Hauptfassade ist die der Seine zugewendete Front anzusehen, auf welcher sich in jedem der beiden Obergeschosse neun ganz aussergewöhnlich grosse Fenster von gleicher Form befinden (vgl. Fig. 2), von denen je drei zu einem besonderen Feld der Fassade zusammengefasst sind. Die Fenster des ersten Stockwerkes haben eine Breite von je 6 m und eine Höhe von 5 m; jene des Erdgeschosses dieselbe Breite und 4,90 m Höhe; endlich jene des Untergeschosses sind einfache, halbbogenförmige, 2 m hohe und ebenso breite unverglaste Lichtöffnungen. Die achtzehn grossen Fenster der Obergeschosse haben hellgrün gestrichene Fensterrahmen und sind nach aussen mit Lambrequins und niedrigen Sockeln aus zierlichen, gleichfalls hellgrünen Holzstäbegittern versehen. An den beiden Seiten des Mittelfeldes der Fassade erheben sich schwach vorspringende Wandpfeiler, die in gleicher Breite durch alle Geschosse reichen und zuoberst durch Pylonen aus Stuck abgekrönt sind, während die Gebäudeenden am Hauptgesimse in kräftig gegliederten Füssen stehende, hohe Flaggenmaste tragen. Oberhalb der Fenster des obersten Geschosses sind Guirlanden aus Stuck an der Wand und ebenso zwischen diesen Fenstern an den Mauerpfeilern angebracht; am reichlichsten findet sich diese Stuckverzierung an den beiden vorspringenden, das Mittelfeld abgrenzenden Wandpfeilern, wo sie sich bis zum Untergeschoss hinab erstreckt. Sonst sind im ganzen Erdgeschoss und Untergeschoss mit Ausnahme eines breiten, stark ausgeladenen Cordongesimses, das diese beiden Geschosse voneinander trennt und sich im Gebäudemittel zu einem 15 m langen Balkon ausbildet, die Wände der Fassade vollständig glatt. Ganz die gleiche Ausstattung besitzt die Rückseite des Gebäudes, lediglich mit dem Unterschiede, dass das Untergeschoss daselbst fehlt, und dass sich im Erdgeschoss an Stelle des fünften Fensters ein Doppelthor befindet, zu welchem die obenerwähnte Freitreppe den Zutritt vermittelt. Ganz ähnlich sind schliesslich auch die Stirnfassaden, wo aber nur in den beiden Obergeschossen rechts und links je ein Fenster vorhanden ist, wogegen in der Mitte der Front in Vertretung eines dritten Fensters zwei schlanke Doppelfenster Platz gefunden haben. Den Hauptschmuck des Gebäudes bilden also im wesentlichen nur die reichlichen, wirkungsvollen Abmessungen an demselben, sowie die gelungenen Hauptkonturen der Fassade und ihre vornehme, im grossen ganzen allerdings auch recht langweilige Einfachheit. Ein angenehm belebendes Element gewinnt der Gesamteindruck des Gebäudes durch den Kontrast zwischen dem blendenden Weiss der Wände und dem hellen Grün der Fensterrahmen und hölzernen Ziergitter. Schliesslich kommt noch ein nächtlicher Schmuck der Wasserseite des Kongresspalais zu erwähnen, nämlich eine verhältnismässig sehr reiche, aus Glühlampen bestehende elektrische Aussenbeleuchtung, welche namentlich infolge der Spiegelung in den Seinefluten von besonders hübscher Wirkung ist und den Eindruck des Bauwerkes bei Nacht vorteilhafter erscheinen lässt als bei Tag.



Querschnitt *A B.*

Fig. 2.

Grundriss des 1. Stockwerkes des Kongressgebäudes

Fig. 1.

Im Erdgeschoss des Palais befinden sich die Ausstellungsräume für die Klasse 101 und 109 der Gruppe XVI, d. h. für alle jene Objekte, welche mit der Organisation der Arbeit, dem Vereins- und Genossenschaftswesen, den Massregeln für das Volkswohl u. dgl. im Zusammenhange stehen. Das erste Stockwerk (Fig. 1) ist hingegen ausschliesslich als Sitzungs- und Geschäftslokale der internationalen Kongresse bestimmt. Man rechnet zusammengenommen auf mindestens 40000 Mitglieder, welche zu Kongresszwecken aus allen Orten der Welt während der Ausstellung nach Paris kommen werden. Demgemäss wurden auch die Sitzungssäle sehr geräumig angelegt und zudem in grösserer Zahl hergestellt, weil ja auch darauf Rücksicht genommen werden musste, dass in der Regel mehrere Kongresse gleichzeitig tagen. Wie der Grundriss

des ersten Stockwerkes (Fig. 1) ersehen lässt, umfasst dasselbe fünf Versammlungssäle, und zwar zuvörderst zwei 11,60 m breite, 11,50 m lange Säle *a*, die für je 200 Personen vorgesehen, und zwei 11,60 m breite, 19,30 m lange Säle *b*, die für je 300 Besucher bemessen und eingerichtet sind. Zwischen diesen vier symmetrisch angeordneten Sälen, neben denen die zwei Stiegenhäuser des Gebäudes, die Zugangsfluren, Nebenlokalitäten und Dienerwohnungen liegen, befindet sich in der Mitte des Palais der fünfte Saal, der 20,50 m breit und 36,80 m lang ist und 800 Personen fassen kann. Derselbe soll für aussergewöhnlich zahlreich besuchte Kongressversammlungen dienen, oder auch für musikalische Vorträge u. dgl. m. Seine dekorative Ausstattung ist viel reicher als jene der vier anderen Säle und besteht in schönen Deckengesimsen, Deckengemälden und Wandmalereien; er ist mit einer Orchestergalerie, einer Rednerbühne und einer Präsidentenrampe versehen, sowie besonders auch dafür eingerichtet, kinematographische Projektionen daselbst vorführen zu können. Alle fünf Sitzungssäle liegen der *Rue de Paris* zugekehrt, während sich an der Wasserseite eine prächtige Wandelbahn von 100 m Länge und 11,60 m Breite längs des ganzen Kongressgebäudes erstreckt, in welchem Vorsaale (Salle de pas-perdus) die Besucher der Kongresse in ungezwungenen Verkehr treten, Bewegung machen oder auch während der Nachtfeste die Illumination des gegenüberliegenden Ufers mit ansehen können. Es erübrigt schliesslich der vorstehenden gedrängten Schilderung nur noch beizufügen, dass das Palais von dem Architekten *Mewès* entworfen und erbaut wurde, und dass die verschiedenen Teile der Ausführung durch die Pariser Arbeitervereine der *„Maurer von Paris“*, ferner der *„Zimmerleute von Paris“* und Malervereines *„Le Travail“* übernommen waren und prompt bewerkstelligt worden sind.

Nach einem Verzeichnis der Zeitschrift *Le Génie civil* vom 2. Juni 1900, S. 86 sind bisher 126 verschiedene internationale Kongresse ausgeschrieben, worunter sich die nachstehenden auf technische Fächer beziehen oder dieselben mehr oder minder berühren: Der Kongress „über Materialversuchsmethoden“ (Festigkeitsproben) vom 9. bis 16. Juli; „über die Beaufsichtigung und die Sicherungsvorschriften für Dampfapparate“ vom 16. bis 18. Juli; „über Rettungswesen“ vom 17. bis 23. Juli; „über Schiffbaukunst“ vom 19. bis 21. Juli; „über angewandte Mechanik“ vom 19. bis 21. Juli; „der Photographen“ vom 23. bis 28. Juli; „über industriellen Eigenbesitz“ vom 23. bis 28. Juli; „über angewandte Chemie“ vom 23. bis 28. Juli; „über den legalen Schutz der Arbeit“ vom 25. bis 29. Juli; „über Seeschiffahrt“ vom 28. Juli bis 3. August; „über Zeitmessung“ vom 28. Juli bis zum 4. August; „der Architekten“ vom 30. Juli bis 4. August; „der Handelsseefahrer“ vom 4. bis 12. August; „der Chemiker“ vom 6. bis 11. August; „über technischen, handelswissenschaftlichen und industriellen Unterricht“ vom 6. bis 11. August; „der Mathematiker“ vom 6. bis 11. August; „der Physiker“ vom 6. bis 11. August; „für Müllerei“ vom 9. bis 11. August; „der Geologen“ vom 16. bis 18. August; „der Elektriker“ vom 18. bis 25. August; „für Wirtschafts- und Handelsgeographie“ vom 27. bis 31. August; „zur Einigung über eine gleichmässige Numerierung der Gewebefäden“ vom 3. bis 4. September; „der Gastechniker“ vom 3. bis 5. September; „für Luftschiffahrt“ vom 15. bis 20. September; „der Eisenbahnverwaltungen“ vom 20. bis 29. September; „der Acetylenindustriellen“ vom 22. bis 28. September; „für Seerecht“ vom 1. bis 3. Oktober; „der Botaniker“ vom 1. bis 6. Oktober. Um in Angelegenheit irgend eines der Kongresse nach jeder Richtung hin Auskünfte zu erhalten, hat man sich an *Mr. Gariel, Délégué principal — Administration de l'Exposition de 1900* — Paris, 2, Avenue Rapp, zu wenden.

Neuere Acetylenentwickler und Zubehör.

(Fortsetzung von S. 269 d. Bd.)

Der in Fig. 15 dargestellte Acetylenentwickler von *J. J. Patterson* bezweckt die Regulierung des Wasserzuflusses durch die Bewegung der Gasometerglocke. Zu diesem Zwecke ist zwischen dem Wasserbehälter und dem Karbidbehälter ein weiterer Wasserbehälter eingeschaltet. Der Zufluss des Wassers wird durch das Steigen und Fallen des Gasometers in der Weise geregelt, dass ein Hahn, welcher sich zwischen den beiden Behältern befindet, im Verhältnis zum Steigen und Senken des Gasometers geöffnet bezw. geschlossen wird und dadurch eine bestimmte Menge von Wasser zu dem Calciumkarbid zugelassen wird.

Fig. 15.
Acetylenentwickler von Patterson.

Demselben Zweck, d. h. der Regulierung des Wasserzuflusses dient der in Fig. 16 veranschaulichte Apparat. Ein Zuflussrohr *a* führt in eine erweiterte Kammer *b*, in welcher sich ein Schwimmer *c* befindet. Letzterer schliesst bei einem eintretenden Ueberdruck die Oeffnung des Wasserzuflussrohres b_1, wodurch der normale Druck hergestellt wird. Ueber dem Schwimmer *c* befindet sich eine Kammer, nach welcher das Wasser durch ein Rohr *d* zufliesst und welche durch den Schwimmer mit b_1 verbunden ist, um das Entweichen des Gases zu verhindern.

Der in Fig. 17 dargestellte, in Frankreich unter dem Namen „Le portatif“ seit kurzem eingeführte Acetylenentwickler dient, wie aus dem Namen hervorgeht, zur Acetylenentwickelung an beliebigen Orten und kann daher nach Belieben transportiert werden. In der Zeichnung ist *a* ein cylindrischer Wasserbehälter, in welchem sich die in besonderen Cylindern *b b* untergebrachten Karbidbehälter *g g* befinden. *d d* sind Rohre, welche das Acetylen nach dem Kondensator und Trockner *f* leiten, aus welchem es mittels eines Hahnes weitergeführt wird. *i* ist ein

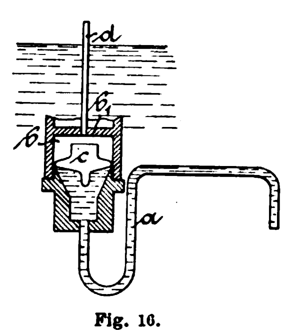


Fig. 16.
Wasserzuflussregler für Acetylenentwickler.

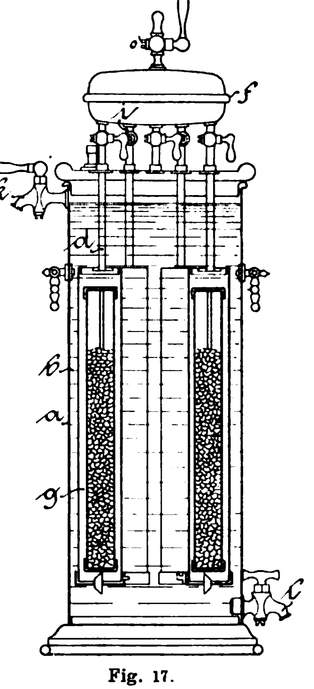


Fig. 17.
Transportabler Acetylenentwickler „Le portatif“.

Entlastungshahn für den in *f* etwa entstehenden Ueberdruck und *k* der Hahn, bis zu dessen Oeffnung das Wasser in dem Wasserbehälter steigen darf. *l* ist schliesslich der Entleerungshahn für den Wasserbehälter.

Wie bereits gesagt, kann dieser Acetylenentwickler, bei welchem übrigens eine Ueberproduktion von Gas ausgeschlossen ist, an beliebigen Stellen und in beliebigen Lokalen zum Gebrauch aufgestellt werden. Die einzelnen Karbidbehälter werden behufs Gaserzeugung nacheinander durch Oeffnen der entsprechenden Hähne für den Wasserzufluss in Gebrauch genommen.

Der *Acetylenentwickler* von *A. Forcher* in Budapest, D. R. P. Nr. 107331, hat den Zweck, den Verschluss der mit dem Entwickler in unmittelbarer Verbindung stehenden Wasser- und Gaszuleitungen oder Gasbehälter durch den Deckelverschluss des das Wasser zuführenden Gefässes herzustellen oder zu unterbrechen.

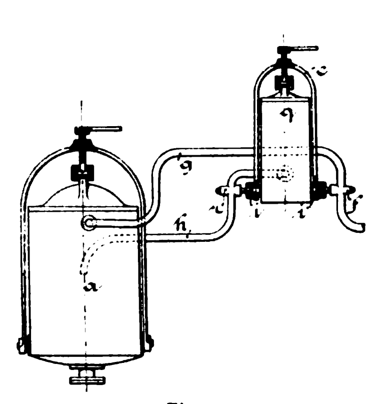


Fig. 18.
Acetylenentwickler von Forcher.

In Fig. 18 ist *q* der Wasserbehälter, aus dem erst nach vollendetem Abschluss das Wasser in den Erzeuger *a* und das Gas aus letzterem in die Leitung *g* strömen kann. Das zwangsweise Oeffnen und Schliessen der Gasleitung *g* und des Wasserhahnes *r* geschieht zu diesem Zweck dadurch, dass der um die Zapfen *i* des Hahnes drehbare Verschlussbügel *c* durch eine seiner Drehnaben mit dem Wirbel des Hahnes *f* der Gasleitung *g* und durch seine andere Nabe mit dem Wirbel des Hahnes *r* der Wasserleitung fest verbunden ist.

E. Pestet in Crouy, Frankreich, verbindet bei seinem *Acetylenentwickler*, D. R. P. Nr. 107334, den Karbidbehälter nicht unmittelbar mit der Sammelglocke, sondern ordnet ihn in der Weise an, dass der Behälter in das Wasser eintauchen und aus demselben heraussteigen kann, ohne dass der Gassammler an diesen Bewegungen in deren ganzem Umfange teilnimmt.

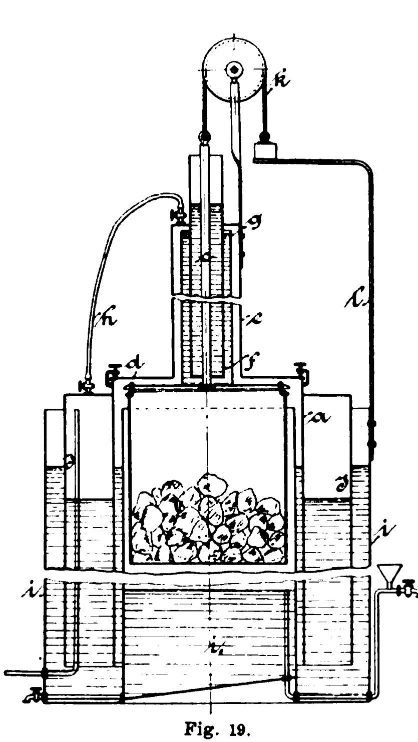


Fig. 19.
Acetylenentwickler von Pestet.

Der Entwickler (Fig. 19) besteht aus zwei konzentrischen Behältern $i\ i_1$, deren mittlerer mit einem Abzugshahn mit einem geneigten Boden und Abzugshahn zum Entfernen der Rückstände versehen ist. Der Karbidkorb ist mittels Haken an einem Deckel befestigt, welcher von einer Stange *c* getragen wird. Eine Schnur *k*, an welcher die Stange *c* mit dem Korb aufgehängt ist, läuft über eine an dem Gassammler befestigten Träger sitzende Scheibe und trägt am anderen Ende ein Gegengewicht, welches auf einem Auflager *l* aufruhen kann, das an dem äusseren feststehenden Behälter *i* befestigt ist. In letzteren taucht die Gassammlerglocke *I* ein, die mit der Glocke *a* des Erzeugers fest verbunden ist. Eine zwischen dem Korbe und der Glocke *a* befindliche Wand trennt die Behälter *i* und i_1 von einander. Die leichte Bewegung des Karbidkorbes wird in folgender Weise bewerkstelligt: Auf dem Deckel *d* befindet sich ein enger aber hoher Behälter *e*, in welchem ein konzentrisches Rohr *f* angeordnet ist, das an beiden Enden offen ist, und durch welches die Stange *c* hindurchgeht. Auf dem Deckel des Karbidkorbes befindet sich ein Rohr *g* von der Breite, dass es zwischen *f* und *e* hineinpasst. Durch Einbringen von Wasser oder einer anderen Flüssigkeit entsteht ein hydraulischer Verschluss, durch welchen eine leichte Bewegung des Korbes mit der Stange *c* erreicht wird. Das Rohr *f* ist unten mit einer durchbrochenen Platte verschlossen, um die Bewegung des Wassers zwischen *f* und *g* zu verzögern und starke Schwankungen zu verhindern. Durch ein Rohr *h* gelangt das Gas in den Gassammler.

Senken sich nun infolge Gasverbrauchs die Glocken *a* und *I*, so gelangt das Gegengewicht auf das Auflager *l* und der Korb ist nicht mehr ausbalanciert, infolgedessen er abwärts geht und so lange in das Wasser taucht, bis das Gegengewicht das Auflager verlässt. Sobald der Korb in das Wasser taucht, beginnt aber auch die Gasentwickelung, wodurch die ganze Vorrichtung wieder steigt. Hierdurch wird das Gegengewicht von dem Auflager abgehoben, zieht den Korb aufwärts und die Gasentwickelung hört wieder auf.

Bei Acetylenentwicklern, in denen das in getrennten, wendeltreppenförmig angeordneten Behältern untergebrachte Karbid nach und nach vom Wasser erreicht wird, wurde durch die bei der Gasentwickelung auftretende Wärme das Wasser erwärmt und das Karbid von den entstehenden Dämpfen angegriffen, so dass eine starke Nachentwickelung eintrat; zweitens blieb wegen des Schäumens und Sprudelns des Wassers bei der Gasentwickelung diese nicht auf die gerade angegriffene Abteilung beschränkt. Dieses verhütet der *Acetylenentwickler* von *H. Berger* in Berlin, D. R. P. Nr. 107575, folgendermassen:

In Fig. 20 ist angenommen, dass der gesamte Entwickler durch zwei sich kreuzende Wände in vier Räume geteilt ist, in denen durch untere Oeffnungen *d* das Wasser kommunizieren kann. Im Entwickler *a* befinden sich die Zwischenwände *b*; das Wasser tritt durch das Rohr *c* ein und überschwemmt den Karbidbehälter *1*. Der nächste Behälter *2* wird durch Wasser nicht angegriffen, da das Wasser in dem durch die Scheidewand getrennten Teile vollkommen ruhig bleibt. Dies wiederholt sich bei den folgenden Behältern. Man ist daher in den Stand gesetzt, den Höhenunterschied zwischen den einander am nächsten liegenden Stufen der Treppe auf ein Minimum zu beschränken, wodurch in einem kleinen Raume eine grosse Anzahl von Behältern untergebracht werden kann.

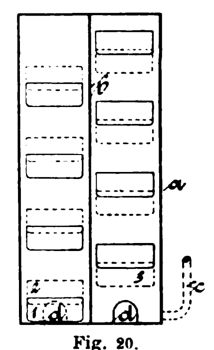


Fig. 20.
Acetylenentwickler von Berger.

Die *Einfüllvorrichtung für Acetylenentwickler von F. Fickentscher* in Zwickau, D. R. P. Nr. 107577, bildet eine Verbesserung der Einfüllvorrichtung nach dem D. R. P. Nr. 95990 und besteht in der Ausbildung dieser Vorrichtung für mehrere nebeneinander liegende Karbidbehälter, die in einem durch einen Deckel geschlossenen Raum untergebracht sind.

Die Einfüllvorrichtung (Fig. 21) ist mit mehreren durch Querwände getrennten Füllkasten $c\ c_1\ c_2$ . . . versehen, welche durch die gemeinsame Klappe *a*, die um die Sperrscheibe *g* tragende Achse *d* drehbar ist, abgeschlossen werden. Für jeden Füllraum ist eine besondere Klappe $b\ b_1$ . . . vorgesehen, von denen nur

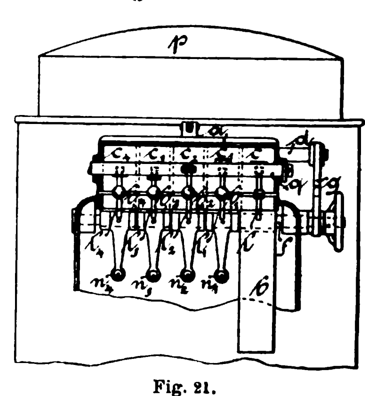


Fig. 21.
Einfüllvorrichtung für Acetylenentwickler von Fickentscher.

die erste *b* fest auf der unteren Sperrscheibenachse *f* sitzt, während die übrigen lose auf die Achse gesteckt sind. Hinter diesen losen Klappen sind die auf der Achse *f* befestigten Mitnehmer n_1 n_2 ... angebracht, welche zum Wiederanheben der losen Klappen dienen. Da die Mitnehmer mit der Achse *f* fest verbunden sind, fallen sie zugleich mit der ersten Klappe nieder, d. h. wenn der Inhalt des ersten Kastens *c* in den Entwickelungsraum hinabfällt. Die übrigen Klappen sind dadurch von unten frei und werden nur noch durch die Klinken l l_1 l_2... geschlossen gehalten, deren Auslösung auf irgend welche Weise erfolgen kann. Die Vorrichtung steht mit dem Gasbehälter *p* in Verbindung und wird nach Bedarf von demselben bethätigt.

Das D. R. P. Nr. 104284 betrifft eine Acetylenlampe, bei welcher die Wasserzuführung zum Karbid durch den Druck des erzeugten Gases dadurch selbstthätig geregelt wird, dass die Wasseroberfläche unter die dem Gasaustrittsrohr angebrachte Wassereinlassöffnung herabgedrückt wird. Der *Acetylenentwickler* von *Ch. Stewart Forbes* in Schloss Newe (Schottland), D. R. P. Nr. 107780, bezweckt nun, die Wasserzuführung zum Karbid ausser durch den Druck des erzeugten Gases auch durch die gegenseitige Einstellung der Zuführungsorgane zu regeln und die feinen Wasserzuführungsöffnungen behufs Reinigung leicht zugänglich zu machen.

In Fig. 22 befindet sich auf dem Entwickler *12* ein tellerartiger Aufbau, auf welchem der Wasserbehälter sitzt. Mittels eines Metallrohres *g* sind Entwickler und Wasserbehälter miteinander verbunden. Die Wandung des Rohres ist in der halben Höhe kegelförmig ausgebaucht und mit einer Tropfdüse *10* versehen. Auf der Ausbauchung ist der mit Bohrung *8* versehene Metallring *6* aufgeschliffen, radartig erweitert, auf dessen Umfang 6_1 der Behälter *4* befestigt ist, welcher sich auf dem Rohre *9* drehen kann. Es können dadurch die beiden Oeffnungen *8* und 8_1 gegeneinander eingestellt oder abgesperrt oder durch Abheben der Glocke die einzelnen Teile freigelegt werden. Zur richtigen beiderseitigen Einstellung befindet sich auf dem Deckel der Glocke *4* eine Zeigereinrichtung. Je nachdem die Glocke im Sinne der Pfeile der Skala gedreht wird, werden auch die Oeffnungen *8* und 8_1 eingestellt oder geschlossen. In dem Ringkörper *6* befinden sich Durchbrechungen *7*, in dem Deckel der Glocke ein Laufhahn *21* und im Wasserkasten zwei Hähne *3* und *22*, durch deren oberen, welcher durch einen Schwimmer beeinflusst wird, der Wasserstand geregelt wird, während der untere zum Entleeren des Kastens dient.

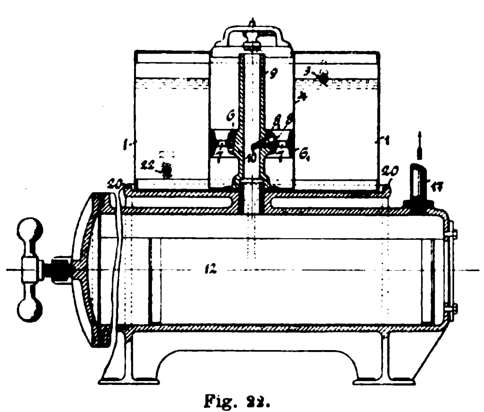


Fig. 22.
Acetylenentwickler von Forbes.

Nach Füllung des Entwickelungsraumes *12* mit Karbid und Schliessung desselben, wird der Kasten *1* mit Wasser gefüllt und der Lufthahn *21* geöffnet, worauf das Wasser im Behälter *4* ansteigt. Hierauf wird letzterer herumgedreht, bis die Oeffnungen *8* im Ringkörper und 8_1 der Düse *10* aufeinander treffen, worauf das Wasser durch die Düse *10* tropfenweise auf das Karbid in *12* fällt und Acetylen entwickelt wird. Dieses steigt durch *9* nach *4* und von da durch die Leitung *17* zur Lampe oder Gassammler. Durch Drehen des Behälters *4* kann der Zufluss des Wassers und dadurch die Gasentwickelung nach Wunsch geregelt werden. Steigert sich aber der Gasdruck, so wird der Wasserspiegel im Behälter *4* niedergedrückt, bis er unterhalb der Oeffnung *8* in den Ringkörper *6* gelangt, wodurch die Gasbildung so lange eingeschränkt wird, bis der normale Druck wieder eintritt.

Es wird jetzt die grösste Anstrengung entwickelt, um das Acetylengas bezw. die dazu notwendigen Apparate so praktisch wie möglich zu machen und dabei auch möglichst jede Gefahr auszuschliessen. Das Bestreben geht zum meisten dahin, Explosionen, welche in letzter Zeit verschiedentlich vorgekommen sind, möglichst zu verhindern. Diesen Zweck verfolgt der *Acetylenentwickler* von *O. Böttcher* in Charlottenburg, D. R. P. Nr. 107782.

Den Boden des völlig von Wasser umgebenen Karbidbehälters *b* (Fig. 23), welch letzterer der Höhe nach mit dem verstellbaren Gasrohr *a* verstellbar ist, befindet sich ein Ventil mit einer aus dem Boden von *b* hervortretenden Stange *d*, welches oben für den Eintritt des Wassers eine feine, oberhalb des Karbids befindliche Oeffnung *m* besitzt. Das Ventil wird durch die Verstellung des Behälters *b* bethätigt und der Wasserzufluss in dem Behälter bezw. die Acetylenentwickelung geregelt. Das hier entwickelte Gas tritt durch das Rohr *a* zur Gebrauchsstelle. Durch vollständige Hebung des Behälters schliesst sich das Ventil und die Gasentwickelung hört auf. Die Verstellung des Behälters wird mittels am Rohre *a* angebrachter, über dem Wasserbehälter *c* befindlicher Einstellvorrichtung bewerkstelligt. Die ganze Handhabung erklärt sich leicht aus der nebenstehenden Zeichnung.

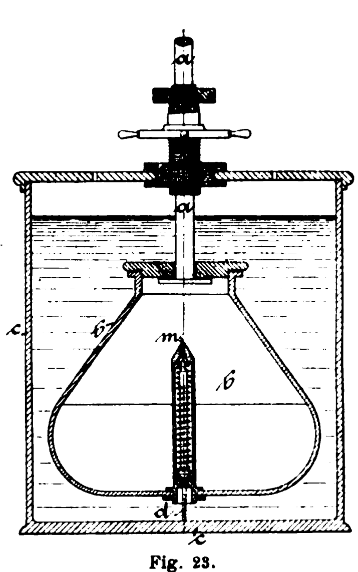


Fig. 23.
Acetylenentwickler von Böttcher.

(Fortsetzung folgt.)

Ueber die Entwickelung des russischen Eisenbahnwesens.

Anlässig der Pariser Weltausstellung hat das Ministerium der Kommunikationen einen „statistischen Ueberblick über das Eisenbahnwesen in Russland" herausgegeben. Wir entnehmen aus einer Besprechung dieses Werkes der *St. Petersburger Ztg.* nachstehendes.

Der starke Aufschwung, den das Eisenbahnwesen in den letzten Jahren nahm, äusserte sich in erster Linie in der Ausdehnung des Schienennetzes. Im Jahre 1892 betrug die Gesamtlänge der russischen und finnländischen Eisenbahnen 30652 Werst; zu Anfang 1900 war diese Ziffer auf 51432 Werst herangewachsen. In den letzten 8 Jahren sind mithin 40 % der Gesamtlänge erbaut worden, während 60 % auf die vorhergehenden 56 Jahre entfallen. Das Eisenbahnnetz hat sich somit reissend vergrössert. Trotzdem ist aber mit den bestehenden Linien dem Bedürfnis an Kommunikationen noch bei weitem nicht genügt, denn einesteils entbehren ganze ausgedehnte Rayons



noch immer der Eisenbahnen, andernteils werden aber für gewisse Strecken Konkurrenzlinien angelegt werden müssen, da die bestehenden, es sind gerade die wichtigsten, die Masse der ihnen zugeführten Güter nicht zu befördern vermögen und daher im Frühling und Herbst namentlich den Exporthandel und die bearbeitende Industrie, sowie die Landwirtschaft in der empfindlichsten Weise schädigen.

Der Bestand an rollendem Material vergrösserte sich entsprechend der Ausdehnung der Linien, wobei derselbe jedoch noch nicht als auch nur annähernd genügend bezeichnet werden kann, denn neben der ungenügenden Durchlassfähigkeit der Linien spielt der Mangel an rollendem Material bei den berüchtigten Frachtanhäufungen und Verkehrsstockungen eine grosse Rolle. Der Mangel an Waggons für den Transport von Kohlen, Zuckerrüben, Getreide u. s. w., ist auf bestimmten Linien zu einer seit Jahren ständigen Erscheinung geworden. So imposant die von dem „Ueberblick" angeführten Zahlen für das rollende Material erscheinen, so haben sie doch nur einen relativen Wert; dem thatsächlichen Bedürfnis gegenübergestellt, verlieren sie viel von ihrem Gewicht. Die Zahl der Lokomotiven stieg von 7571 im Jahre 1894 auf 9553 im Jahre 1899. Die Zahl der Passagierwaggons betrug zu Ende 1897 11977, die der Güterwaggons 223860. — Das in Eisenbahnen angelegte Kapital betrug zu Ende 1897 3958800000 Rubel, die Werst kostete also im Durchschnitt 109500 Rubel, was als sehr hoch bezeichnet werden muss. Die Regierung trägt 94,9 % der Anlagekosten, während auf private Gesellschaften nur 5,1 % entfallen. Diese Zahlen erklären sich dadurch, dass die Privatbahnen, die eine Zeit hindurch dominierend waren, aufgekauft wurden, und dadurch, dass die Zahl der ungarantierten Eisenbahnwerte eine ausserordentlich beschränkte ist. Ueber den Verkehr werden nachstehende Daten gegeben: Im Jahre 1882 wurden 97035000 Zugwerst zurückgelegt, 1887 100303000, 1892 134260000, 1897 200142000 Zugwerst. Pro Werst des Netzes kamen an Zugwerst 1882 4551, 1887 4451, 1892 4885, 1897 5849. Die Zugleistung ist also relativ und absolut um 30 % gestiegen. Der Zug bestand im Durchschnitt im Jahre 1882 aus 48 und im Jahre 1897 aus 57 Waggonachsen. An Gütern wurden befördert: 1882 2754000000 Pud, 1887 3645000000, 1892 4485000000, 1897 6819000000 Pud. Pro Werst des Netzes wurden zurückgelegt 1882 26000000 Pudwerst, 1887 30000000, 1892 35000000, 1897 46000000 Pudwerst, was einer Steigerung von beinahe 100 % gleichkommt. Die Zahl der beförderten Passagiere betrug 1882 38800000, 1887 39900000, 1892 49400000, 1897 74700000; pro Werst des Netzes entfielen 1882 185000, 1887 161000, 1892 192000, 1897 249000 Personen. Auf speziellere Angaben des Werkes wird nicht näher eingegangen, denn aus Angeführtem ergibt sich bereits, in wie hohem Masse der Verkehr pro Werst des Netzes gewachsen ist. Wenn sich aus den Daten über die Ausnutzung des rollenden Materials kein ganz günstiges Bild ergibt, so ist das darauf zurückzuführen, dass im Passagierverkehr die Vorortzüge einzelne schwach besetzte Touren machen müssen, während für den Güterverkehr der Aussenhandel massgebend ist. Da die Ausfuhr dem Volumen und dem Gewicht nach die Einfuhr bedeutend übersteigt, so müssen viele Waggons von der Westgrenze und von den Häfen leer zurücklaufen. Leere Rücktouren müssen selbstredend noch Spezialwaggons, wie Milch-, Obst-, Cisternen- und andere Waggons machen. In Betracht zu ziehen sind ferner Sperrgüter, wie Herde, Holzwolle u. s. w.

Von ganz besonderem Interesse ist der Passagierverkehr, da bekanntlich am 1. Dezember 1894 ein neuer Tarif eingeführt wurde, der der billigste der Welt ist. Die nächste Folge der Einführung des billigen Tarifs war eine eminente Steigerung des Personenverkehrs, die wiederum Anschaffungen von rollendem Material und Einstellung von neuen Zügen nach sich zog. Einer anderen statistischen Arbeit des Kommunikationsministeriums, die sich nur auf Russland mit Ausnahme von Finnland und Sibirien und den Sekundärbahnen bezieht, werden folgende Daten entnommen: Die Länge der in Betracht kommenden Linien und die Einnahme für Billete betrug: 1893 29226 Werst und 49522547 Rubel, 1894 31050 Werst und 53132710 Rubel, 1895 32844 Werst und 57258093 Rubel, 1896 33639 Werst und 61329627 Rubel, 1897 35047 Werst und 63982396 Rubel. Aus der Steigerung der Einnahmen kann jedoch noch nicht geschlossen werden, dass der Tarif für die Eisenbahnen vorteilhaft ist, da die Ausgaben für den erhöhten Verkehr die Einnahmen übersteigen können. Um die Bilanz zu ziehen, muss die Reineinnahme aus dem Personenverkehr festgestellt werden, die sich nach Abzug der Exploitationskosten aus der Bruttoeinnahme ergibt. Die Exploitationskosten sind vom Ministerium auf Grund einer eingehenden Enquete mit 45 Kop. pro Passagierwerst festgestellt worden. — Es wurden auf dem Netz Zugwerst und in derselben Periode Passagierwerst zurückgelegt (in Tausenden):

	Zugwerst	Passagierwerst
1893	47548591	3972358
1894	52309222	4330062
1895	56804038	5555600
1896	64303168	6302068
1897	67781118	6742408

Mit der Zahl der Zugwerst stieg mithin auch die der Passagierwerst, was eine Vergrösserung des Nutzeffektes der Züge ergibt. Die Reineinnahme stellte sich nach Abzug der Exploitationskosten auf: 1893 28125681 Rubel, 1894 29593566 Rubel, 1895 31696276 Rubel, 1896 32393201 Rubel, 1897 33480893 Rubel. Aus weiteren detaillierten Aufstellungen ergibt sich, dass die Exploitationskosten und die Kosten für Anschaffung von rollendem Material weit unter der Reineinnahme stehen. Mithin kann die Einführung des billigen Tarifs auch in finanzieller Beziehung als eine durchaus gelungene bezeichnet werden. Es wurden befördert Passagiere der 1., 2. und 3. Wagenklasse: 1894 41223532, 1895 44250189, der 4. 2781642, 1896 48178286, der 4. 3003541, 1897 53354186, der 4. 3180730. 79 % sämtlicher Passagiere legten Touren bis zu 100 Werst, 9 % bis zu 200 und 12 % über 200 Werst zurück. Im Gegensatz zu den obigen Angaben stehen die Daten des vorliegenden Ueberblicks, der von bedeutenden Verlusten spricht, die aus dem Personenverkehr gewachsen. Welche von beiden offiziellen Quellen die am besten berichtete ist, ist schwer zu beurteilen, doch wird bemerkt, dass der Personenverkehr aller Eisenbahnen der Welt verlustbringend ist.

An Hand des Ueberblickes werden nachstehende Daten über die finanziellen Resultate des Eisenbahnbetriebes gegeben. Die Bruttoeinnahme stieg von 1871—1897 um das 4½fache, die Bruttoeinnahme pro Werst um das 1½fache. Wenn man jedoch die Tilgung des Anlagekapitals in Anrechnung bringt, so ergibt sich, dass im ersten Lustrum der 80er Jahre jede laufende Werst 2000 Rubel jährlich Verlust ergab. In den 90er Jahren fiel der Jahresverlust auf 200 Rubel pro Werst; im Jahre 1897 wurde bereits eine Reineinnahme von 600 Rubel pro Werst und Jahr erzielt. Dieses günstige Resultat ist nicht allein auf den erhöhten Verkehr, sondern auch auf Konversionen zurückzuführen, die die Verzinsung des Anlagekapitals verbilligten. Wenn der Ueberblick den Personenverkehr als verlustbringend bezeichnet, so rechnet er für den Güterverkehr bedeutende Reinüberschüsse heraus.

Wird alles zusammengefasst, so ergibt sich, dass im Laufe der Jahre sowohl die Eisenbahnen als auch das verkehrende Publikum in eine günstigere Lage gelangt sind. Die Eisenbahnen haben ihre Reineinnahmen vergrössert, gleichzeitig sind aber die Tarife für Personen und Güter herabgesetzt worden. Die Ziffern für den finanziellen Erfolg gewinnen an Relief, wenn man sie mit denjenigen anderer Staaten vergleicht. Die Verzinsung des Anlagekapitals betrug in den Jahren 1895—1897 in:

	Procent
Europäisches Russland	4,5—4,6
Deutschland	5,6—6,1
Oesterreich-Ungarn	3,9—4,7
Frankreich	3,7—4,0
Grossbritannien	3,7—3,9
Nordamerika	3,1—3,5

In Bezug auf die erzielte Reineinnahme steht also Russland nach Deutschland in zweiter Stelle. *A.*

Danilewsky's neuer lenkbarer Flugapparat.

(Schluss von S. 318 d. Bd.)

Die Versuche mit der neueren Konstruktion (vgl. S. 83 d. Bd.) begannen gegen Ende September 1899. Wegen des herbstlichen Wetters waren wir genötigt, nur die Stunden des ruhigen Wetters auszunutzen, da man bei den einfachsten Bedingungen bloss zu dieser Zeit den Apparat, d. h. seine Aufsteigungskraft, die Arbeit des führenden Mechanismus, die Arbeit der Aëroplane und des progressiv sinkenden Flugapparates studieren kann. Der späte Beginn der Versuche beeinflusste natürlich die Anzahl derselben,



so dass, derweil wir im Jahre 1898 etwa 150 Aufstiege machten, wir in diesem Jahre (1899) bloss gegen 40 ausführen konnten.

In diesem Jahre gestattete ich auch meinem Mechaniker und Aëronauten *Peter Kossjakoff* nicht, höher als bis zu 100 bis 200 Sajen zu steigen. Gewiss wusste ich wohl, dass eine so unbedeutende Höhe die Vollkommenheit und den Effekt des Versuches einigermassen beeinträchtigte. Doch hatte diese Beschränkung ihre ernsten Ursachen: 1. der Luftschiffer wäre, bevor er gelernt hätte, mit Leichtigkeit und Sicherheit während des ruhigen Wetters den Apparat zu leiten, nicht im stande gewesen, bei höheren Aufstiegen mit den Luftströmungen fertig zu werden, er würde sich weit von der Gegend, wo die Versuche angestellt werden sollten, entfernen können und sie damit unterbrechen; 2. während der Aufstiege auf eine geringe Höhe war die Möglichkeit dazu geboten, die Aufstiege, Niedergänge, das Halten in der Luft, die Drehungen, wie auch progressiv sinkende Flüge

Fig. 6.

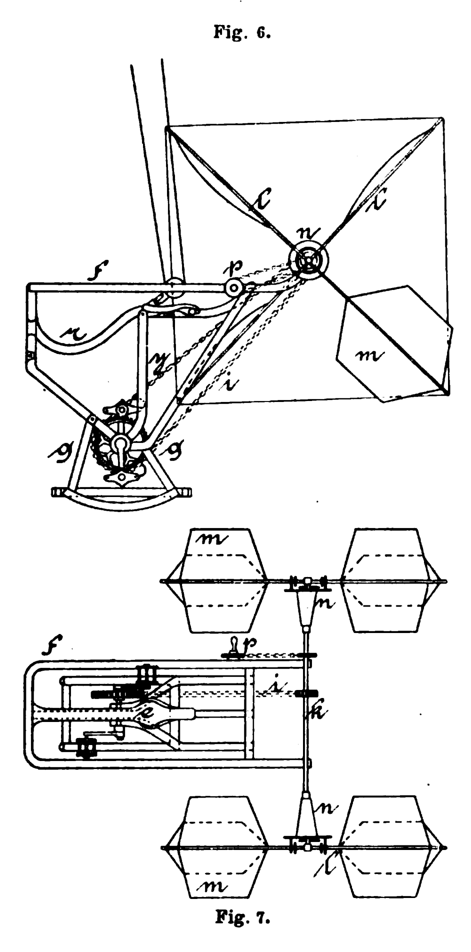


Fig. 7.

ganz befriedigend zu studieren, und schliesslich 3. musste ich, besonders in diesen ersten Jahren der Entwickelung des Unternehmens, diesen Versuchen unwillkürlich die bescheidensten Schranken setzen.

Der Apparat des Typus vom Jahre 1899 war wie folgt konstruiert: er bestand aus Ballon, Aëroplane und aus dem führenden Mechanismus.

Der Ballon hat eine längliche Form, vertikal, und ist an beiden Enden zugespitzt. An der Hinterseite des Ballons ist auf seiner ganzen Länge ein Schlauch angebracht, der mit dem unteren Teile des Ballons verbunden ist. Dieser Schlauch ist genügend breit und hat genug inneren Raum, damit bei den hohen Aufstiegen und der Ausdehnung des Gases im Ballon, der Ueberfluss an Gas in den Schlauch wie in ein Reservoir gehe. In dieser Weise wird erreicht, dass das Gas während seiner Ausdehnung im Ballon nicht in die Luft ausströmt. Das untere Ende des Schlauches ist schmäler gemacht und am Sitzplatz des Luftschiffers befestigt; zur Vermeidung des Unfalls (bei zu hohem Aufstieg) kann also der Aëronaut ein gewisses Gasvolumen ausströmen lassen.

Zu beiden Seiten befinden sich dem Ballon entlang die Falten, an denen Saiten, welche von unten die Aëroplane und den ganzen Mechanismus halten, befestigt sind. Die Dimensionen des Ballons, seine Form, sein Fassungsvermögen, sowie auch seine Aufsteigungskraft werden für jeden einzelnen Fall besonders bestimmt.

Die Aëroplane besteht aus einem viereckigen Bambusrohrrahmen, unbeweglich befestigt, auf welchem sich getrennte, quergestellte Flächen, die Jalousien, befinden, welche sich um ihre Längsachse auf 180° drehen können. Ein einfacher Mechanismus kann alle diese Jalousien unter einen beliebigen Winkel stellen und automatisch befestigen. Die Jalousien sind Rahmen, welche schlaff mit Seide überzogen sind.

Der führende Mechanismus stellt den Sitz E (Fig. 6 und 7), in einem Hemicykle F angelegt, dar; unter den Füssen des Luftschiffers befindet sich ein gewöhnliches Fahrradgetriebe g, auf dessen Pedale derselbe wirkt. Die Drehung wird mittels einer Kette i auf die Welle k übertragen, welche sich hinter dem Rücken des Luftschiffers befindet. An den beiden Enden der Welle sind Kreuzungen l angebracht, an welchen sich je vier Schaufelplatten m befinden, die auf die Luft einwirken. Jede dieser Platten ist ein Rahmen von sechseckiger Form, der mit einem seidenen Gewebe schlaff überzogen ist. Auf der Welle, dicht an der Stelle, wo die Kreuzungen befestigt sind, ist eine einfache Vorrichtung n angebracht (Fig. 6 bis 10), mittels

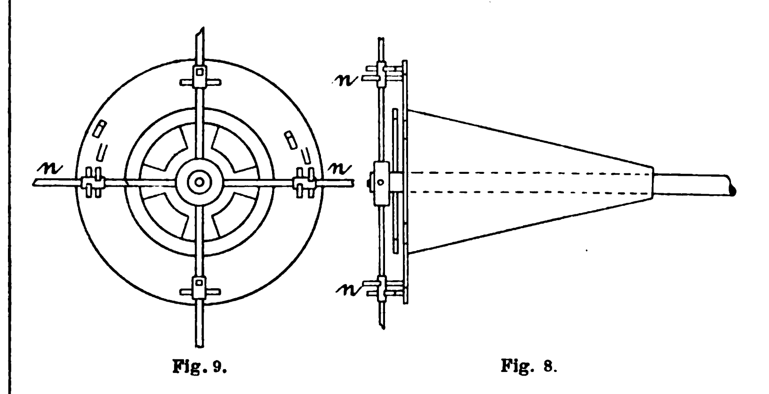


Fig. 9. Fig. 8.

derer sich die Platten bei einer sehr unbedeutenden Reibung um ihre Achsen drehen; in einem bestimmten Augenblick schlagen sie flach auf die Luft, im übrigen Teile des Kreises schneiden sie aber die Luft, indem sie sich quer stellen.

Zu beiden Seiten des Sitzes befinden sich Handgriffe p, durch deren Drehung die Platten auf die Luft in verschiedenen Richtungen schlagen und die bewegende Kraft nach oben, nach unten, vorwärts und rückwärts entwickeln können. Die Anzahl der einzelnen Plattenschläge auf die Luft kann bei schneller Arbeit etwa 16 pro Sekunde betragen.

Mit dem Ballon „Pilstem" wurden unter anderen am 5. Oktober 1899 freie Aufstiege bis 100 Sajen (1 Sajen = 2,13357 m) glücklich ausgeführt. Die Handhabung des Fahrradgetriebes war leicht. Der Luftschiffer drehte sich in der Luft einigemal um, was leicht ausführbar war. Nachdem er die Jalousien eingestellt hatte, ging er einigemal unter einem Winkel schräg zur Erde nieder.

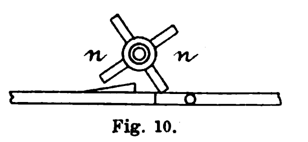


Fig. 10.

Bei dem Versuche am 7. Oktober glitt in einer Höhe von etwa 150 Faden (1 Faden = 1,829 m) plötzlich die Kette vom Getriebe und der Motor konnte weder für den Aufstieg, noch für den Niedergang arbeiten. Der bewegenden Kraft und des Gewichtes beraubt, wurde auf diese Weise der Apparat zu einem gewöhnlichen Luftballon; erwärmt von den Sonnenstrahlen, stieg der Apparat zu einer Höhe von 1 bis 1½ Werst (1 Werst = 1,066781 km) und begann von der Luftströmung fortgetragen zu werden. Leider hatte der Apparat kein besonderes Ventil zum Auslassen eines Teiles von Wasserstoff, wie es bei den Luftballons sonst üblich ist. Während dieses Fluges hatte jedoch der Luftschiffer die Zeit, die Kette zurecht zu setzen und begann alsdann den Apparat zum Niedergange zu treiben. Da er unten einen Wald erblickte, passierte der Luftschiffer darüber mittels der Aëroplane und ging in der Nähe vom Walde auf einem Felde nieder.

Bücherschau.

Die Steuerungen der Dampfmaschinen. Von *Karl Leist*, Professor an der königl. Technischen Hochschule zu Berlin. Zugleich als 4. Auflage des gleichnamigen Werkes von *Emil Blaha*. 770 S. mit 391 Figuren im Text. Berlin N. Julius Springer. In Leinwand gebunden Preis 20 M.

Das vorliegende Buch war ursprünglich als eine Neubearbeitung des bekannten Werkes von *Emil Blaha* „Die Steuerungen der Dampfmaschinen" gedacht; der Verfasser hielt es jedoch im Laufe der Arbeit für angemessener, eine völlig neue Bearbeitung des Gegenstandes vorzunehmen, welche von dem genannten Werk nur den Titel übernommen hat und an dessen Stelle zu treten bestimmt ist.

Wie wir dem Vorworte entnehmen, hat der Verfasser zunächst darauf Wert gelegt, eine *folgerichtig geordnete Darstellung* des Gegenstandes zu geben, welche die verschiedenen Erscheinungen in einheitlicher Weise betrachtet und deren *innere Verwandschaft* und grundsätzlichen Zusammenhang möglichst hervortreten lässt. Im einzelnen ist, was die Beziehung zwischen den massgebenden Abmessungen der Steuerung und der dadurch herbeigeführten Dampfverteilung anbelangt, nicht nur die Ermittelung der Wirkungsweise einer gegebenen Steuerung, sondern auch, was gleich wichtig ist, die Feststellung der Steuerungsabmessungen auf Grund eines verlangten Dampfdiagramms besprochen, also eine *Anleitung zum Entwurf* gegeben, häufig auch zugleich mit Ratschlägen für die Wahl bestimmter wichtiger Grössen. Neben der theoretischen ist auch der konstruktiven Seite des Gegenstandes weitgehende Beachtung geschenkt, und in beiden Beziehungen ist stets nicht nur der nächstliegende und landläufige Fall zu Grunde gelegt, sondern es sind immer die verschiedenen vorliegenden Möglichkeiten berücksichtigt (z. B. diejenige, dass das betreffende Steuerungstriebwerk mit einem Schieber mit innerer Einströmung arbeitet). Ueberhaupt lässt die Darstellung an Ausführlichkeit und Vollständigkeit nichts zu wünschen übrig.

Für die Verfolgung der Beziehung zwischen Steuerungsabmessungen und Dampfdiagramm ist stets nur das *graphische Verfahren* zur Anwendung gebracht, und zwar wird sowohl das *Reuleaux-Müller*'sche als auch das *Zeuner*'sche Schieberdiagramm verwandt, die als die beiden verbreitetsten Darstellungen stets nebeneinander wiedergegeben sind. Dieselben sind z. B., über ihr gewöhnliches Anwendungsgebiet hinausgehend, auch bei den zwangläufigen Ventilsteuerungen wenigstens dazu benutzt, den entscheidenden Einfluss des auch hier festzustellenden Voreilwinkels auf die Dampfverteilung zu verfolgen; die Anwendbarkeit der Schieberdiagramme zur Ermittelung der ganzen Steuerwirkung in der gewöhnlichen Weise ist u. a. für den allgemeinsten Fall des Antriebes von beliebigem Exzenterstangenpunkt gezeigt, wonach also nicht nur die bekannten Schiffsmaschinensteuerungen mit rechtwinkliger Ableitung der Bewegung von einem Punkt auf der Exzenterstangenmittellinie, sondern z. B. auch die hierher gehörigen Auslasssteuerungen von Ventilpräzisionsmaschinen mit denselben behandelt werden können. Indem so die Benutzung des an Stelle des ganzen Steuerungstriebwerkes zu setzenden einfachen „*Ersatzexzenters*", von welchem z. B. bei den Kulissensteuerungen seit langem Gebrauch gemacht wird, auf alle Fälle der von Exzentern ausgehenden Antriebsvorrichtungen ausgedehnt wurde, ergab sich eine allen Steuerungsarten gemeinsame Grundlage, deren Hervorhebung dem erwähnten Zweck, den inneren Zusammenhang der verschiedenen Gruppen klarzulegen und einen einheitlichen Ueberblick über dieselben zu geben, förderlich sein dürfte. Dass überhaupt das zeichnerische Verfahren der Ermittelung auf Kosten des rechnerischen allein berücksichtigt ist, wird die Zustimmung eines jeden Praktikers finden. — Neben den Steuerungen mit Exzenterantrieb sind auch diejenigen mit unrunden Scheiben und unrunden Körpern eingehend berücksichtigt.

Nach Besprechung der allgemein an eine Steuerung zu stellenden Anforderungen und Erledigung der gewöhnlichen Schiebersteuerung mit einfachem Exzenterantrieb sind alle übrigen Bauarten systematisch als weitere Ausbildung dieser gewissermassen normalen Steuerung zur Erreichung bestimmter weitergehender Zwecke bezüglich der Steuerwirkung dargestellt. Hierbei sind die Abschlussorgane und die Antriebsvorrichtungen in zwei völlig getrennten Abschnitten behandelt, auf Grund der Thatsache, dass die äussere und die innere Steuerung nicht in bestimmter Weise aneinander gebunden sind, die grundsätzliche Verwandtschaft von Schieber und Ventil vielmehr gestattet, durch eine vorliegende Triebwerksart beliebig jedes der beiden Abschlussorgane zu bethätigen. Innerhalb dieser beiden grössten Abschnitte war dann der durch die verschiedenen Massnahmen zu erreichende Zweck — Unabhängigkeit in der Dampfverteilung, Veränderlichkeit der Expansion u. s. w. — für die Einteilung massgebend, die sich in diesen beiden Abteilungen ganz gleichartig durchgeführt findet. — Durch diese einheitliche systematische Anordnung des Stoffes, im Verein mit der Hervorhebung der weitergehenden Einteilung im Text durch gesperrten Druck u. s. w. ist bei der Ausführlichkeit der Darstellung dennoch eine gute Uebersichtlichkeit gewahrt, entsprechend dem Ziele, das sich der Verfasser stellt, das Buch nicht nur als ein Lehrbuch, sondern auch als ein *Nachschlagewerk* für den in der Praxis stehenden Ingenieur brauchbar zu machen.

Was die *Auswahl des Stoffes* anbelangt, so steht das Buch durchaus auf modernem Standpunkt. Es ist nur lobend anzuerkennen, dass — im Gegensatz zu vielen anderen Lehrbüchern — Bauarten, welche in ihrer Anwendung der Vergangenheit angehören, völlig übergangen sind, wohl aber alle neueren Erscheinungen gebührende Berücksichtigung gefunden haben. Das Buch enthält manche ausführliche Auseinandersetzung über Gegenstände, über welche sich sonst kaum etwas in der Litteratur findet, die aber doch Beachtung verdienen, z. B. über die Formgebung der Wälzungshebel an den Ventilsteuerungen, über den Antrieb der Auslassventile an den Präzisionsmaschinen u. s. w.

Hervorzuheben ist noch das sehr reichhaltige Material an *Zeichnungen*, die dem Buch, und zwar in richtiger Weise als Textfiguren, nicht auf besonderen Tafeln, beigegeben sind. Jede Steuerung ist neben dem Schema durch eine konstruktive Figur dargestellt, und die vorzunehmenden graphischen Ermittelungen sind durch eine grosse Zahl von Diagrammzeichnungen erläutert. Bei den ersteren ist die Uebersichtlichkeit dadurch gehoben, dass Entbehrliches weggelassen und das nicht unmittelbar zur Steuerung Gehörige stets nur in Ansicht gezeichnet wurde.

Das vollständige und mit grosser Sorgfalt durchgearbeitete Werk dürfte berufen sein, die empfindliche Lücke, welche unsere moderne technische Litteratur bisher auf dem Gebiete der Dampfmaschinensteuerungen aufwies, in glücklichster Weise auszufüllen.

Die physikalischen Erscheinungen und Kräfte, ihre Erkenntnis und Verwertung im praktischen Leben. Von Prof. Dr. *Leo Grunmach*. (442 S. mit über 600 Abbildungen und 3 Tafeln.) Leipzig, Otto Spamer, 1899. Geh. 6 M. Geb. 7,50 M.

Das vorliegende Buch, welches die physikalischen Erscheinungen und Kräfte, sowie deren praktische Verwertung in klarer, gemeinverständlicher Sprache, ohne Voraussetzung besonderer mathematischer oder naturwissenschaftlicher Vorbildung und dabei doch möglichst unbeschadet wissenschaftlicher Strenge darzustellen und zu erklären strebt, bildete ursprünglich einen besonderen Teil des zweiten Bandes des bekannten „Buches der Erfindungen", das unter dem Titel „Die Kräfte der Natur und ihre Benutzung", ausserdem noch als einleitenden Teil „Die Mechanik" und zum Schluss „Die Kraftmaschinen" enthält. Auf vielseitiges Verlangen ist nunmehr der rein physikalische Teil als selbständiges Werk im Buchhandel erschienen. In dem einleitenden Kapitel „Mass und Messen" werden die Grundbegriffe der Massbestimmung, die historische Entwickelung des metrischen Masssystems und die wichtigsten metronomischen Präzisionsinstrumente (Kathetometer, Komparatoren, Teilmaschinen, Vakuumwagen, Chronoskop u. a.) neuester Konstruktion eingehend behandelt. Die weiteren Hauptkapitel behandeln der Reihe nach „Schall", „Licht", „Wärme", „Magnetismus", „Elektrizität", „Galvanismus" und die „Wirkungen des galvanischen Stroms". In allen diesen physikalischen Wissenszweigen finden die neuesten Errungenschaften ihre volle Berücksichtigung, z. B. in der Spektralanalyse die von *Ramsay* neu entdeckten Elemente der Atmosphäre, in der Wärmelehre *Linde*'s Apparat zur Verflüssigung der Luft, das *Goldschmidt*'sche Verfahren zur Gewinnung reiner Metalle, das anormale thermische Verhalten der Stahlnickellegierungen, in der Lehre vom Galvanismus die *Faraday-Maxwell*'sche elektromagnetische Lichttheorie, die *Hertz*'schen Entdeckungen, die Versuche von *Tesla*, *Marconi*'s Funkentelegraphie und besonders die Röntgenstrahlen und deren Verwendung in den verschiedenen Zweigen der Wissenschaft und Technik. Aus der Fülle in sorgfältigster Weise hergestellter Abbildungen seien die Porträts berühmter älterer und neuerer Physiker noch besonders hervorgehoben. Wir wünschen, dass das Buch auch in seiner neuen Gestalt seinen Zweck erreichen möge, in immer weiteren Kreisen des Volkes das Interesse und das Verständnis für Physik zu wecken und zu erhöhen! —

Arnold Bergsträsser Verlagsbuchhandlung (A. Kröner) Stuttgart.
Druck der Union Deutsche Verlagsgesellschaft ebendaselbst.



DINGLERS
POLYTECHNISCHES JOURNAL.

81. Jahrg., Bd. 315, Heft 26. **Stuttgart, 30. Juni 1900.**

Jährlich 52 Hefte in Quart. **Abonnementspreis** vierteljährlich 6 M., direkt franko unter Kreuzband für Deutschland und Oesterreich 6 M. 65 Pf., für das Ausland 7 M. 30 Pf. Redaktionelle Sendungen und Mitteilungen bittet man zu richten: An die Redaktion von „Dinglers Polytechn. Journal" in Stuttgart, die Expedition betreffende Schreiben an Arnold Bergsträsser Verlagsbuchhandlung (A. Kröner) Stuttgart.



Ueber Festigkeitsversuche an gusseisernen Cylindern.

Ueber derartige, von *C. H. Benjamin* in Cleveland, Ohio, mittels Druckwasser angestellte Versuche finden sich Mitteilungen in den *Transactions of the American Society of Mechanical Engineers,* 1899 S. 597 u. ff. Das Material der von der *Taylor and Boggis Foundry Co.* in Cleveland aus einer besonderen Mischung, wie sie gewöhnlich für Wasser- und Dampfcylinder Verwendung findet, hergestellten Versuchscylinder zeigte einen schönen grauen Bruch und eine dichte, blasenfreie Oberfläche. Die Cylinder waren stehend und ohne Benutzung von Kernstützen gegossen.

Fig. 1.

Von demselben Material gegossene Probestücke zeigten eine Zugfestigkeit von ungefähr 24000 Pfund auf den Quadratzoll (1687 kg/qcm) und eine Biegungsfestigkeit von ungefähr 35000 Pfund auf den Quadratzoll (2460 kg/qcm).

Die ersten drei Versuchscylinder (*a*, *b* und *c* in der nachstehenden Tabelle I) waren jedoch aus gewöhnlichem Gusseisen mit nur etwa 18000 Pfund auf den Quadratzoll (1260 kg/qcm) Zugfestigkeit hergestellt.

Die Versuche erstreckten sich auf drei verschiedene Grössen von Cylindern — etwa 152, 228 und 305 mm Durchmesser — mit Längen annähernd gleich dem doppelten Betrage ihres jeweiligen Durchmessers.

Um den Bruch stets in der Wandung des Cylinders zu erhalten, waren die Flanschen desselben, wie auch die zugehörigen Deckel, besonders kräftig ausgeführt. Fig. 1 und Tabelle I zeigen die Verhältnisse und Abmessungen (in englischen Zollen) der verschiedenen Versuchscylinder. Dieselben sind in der Reihenfolge, in der die Prüfung erfolgte, geordnet. Die unter *a* bis *f* angegebenen Cylinder wurden im Winter 1895/96, die weiteren sechs im darauf folgenden Winter zerbrochen.

Beim Ausbohren der Cylinder wurde grosse Sorgfalt auf die Erzielung einer möglichst gleichen Wandstärke gelegt.

Zum Festhalten der Cylinderdeckel dienen Stahlbolzen mit etwa 5620 kg/qcm Zugfestigkeit, deren Anzahl unter

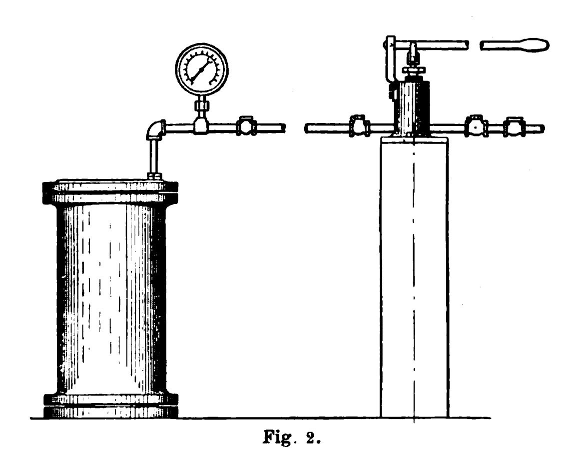


Fig. 2.

Zugrundelegung einer gewissen Beanspruchung und mit Rücksicht auf Dichthalten gewählt ist.

Die Anordnung des Versuchsapparates lässt Fig. 2 erkennen.

Eine einfach wirkende Plungerpumpe mit einem Plunger von $^7/_8$ Zoll (engl.) Durchmesser diente zur allmählichen Steigerung des Wasserdruckes; sie ist mit dem Cylinderdeckel durch ein besonders starkes Eisenrohr mit Armaturen

Tabelle I. Abmessungen der Cylinder.

Nr.	A	B	C	D	E	Tiefe der Ausbohrung an den Cylinderenden	G	H	I	K	Anzahl der Schraubenbolzen in jedem Cylinderdeckel
a	12,16	26,05	0,70	16,25	—	—	1,07	1,12	1,0	—	24
b	9,16	17,95	0,60	13,06	—	—	1,09	0,70	1,0	—	16
c	6,09	12,19	0,50	10,05	—	—	1,12	0,70	1,0	—	8
d	12,45	26,5	0,56	16,21	13,25	0,12	1,75	1,35	1,5	—	24
e	9,12	19,0	0,61	12,96	10,08	0,11	1,5	1,25	1,25	—	16
f	6,12	13,0	0,65	10,02	7,08	0,11	1,25	1,00	1,25	—	8
1	9,58	$18\frac{7}{8}$	0,402	13,33	10,83	$\frac{1}{8}$	$1\frac{13}{16}$	$1\frac{1}{8}$	$1\frac{3}{8}$	$11\frac{3}{4}$	16
2	9,375	$18\frac{7}{8}$	0,573	13,13	10,63	$\frac{1}{8}$	$1\frac{13}{16}$	$1\frac{1}{8}$	$1\frac{3}{8}$	$11\frac{3}{4}$	16
3	9,13	$18\frac{7}{8}$	0,596	12,88	10,38	$\frac{1}{8}$	$1\frac{13}{16}$	$1\frac{1}{8}$	$1\frac{3}{8}$	$11\frac{3}{4}$	16
4	12,53	$25\frac{3}{4}$	0,571	16,4	13,34	$\frac{1}{8}$	1,34	$1\frac{1}{2}$	$\frac{15}{16}$	$14\frac{3}{4}$	24
5	12,56	$25\frac{5}{8}$	0,531	16,56	13,56	$\frac{1}{8}$	1,34	$1\frac{9}{16}$	$\frac{15}{16}$	$14\frac{3}{4}$	24
6	12,16	$25\frac{5}{8}$	0,93	16,22	13,41	$\frac{1}{8}$	1,18	$1\frac{1}{2}$	$\frac{15}{16}$	$14\frac{3}{4}$	24

Die Masse A für die Durchmesser der Cylinder sind aus einer Anzahl von Messungen gewonnene Mittelwerte.

aus Messing verbunden. Gehäuse und Stopfbüchse der Pumpe sind aus Bronze, der Plunger aus Stahl gefertigt. Als Packungsmaterial wurden Scheiben aus gutem Riemenleder verwendet, die sich vorzüglich bewährt haben. Dagegen war es beinahe unmöglich, Rückschlagventile zu erhalten, welche bei den höheren Drucken dicht hielten. Gleichgültig ob solche mit metallischer oder Kautschukdichtung verwendet wurden, setzten sich fortwährend kleine Schmutzpartikelchen o. dgl. unter die Dichtungsflächen und verhinderten das Anwachsen des Druckes über einen gewissen Betrag hinaus.

Nach dem bekannten Sprichwort „Viel hilft viel" wurden diese Schwierigkeiten schliesslich durch Anordnung von zwei Ventilen auf jeder Seite der Pumpe überwunden.

Zum Messen des Druckes diente ein auf der nach dem Cylinder führenden Leitung befestigtes hydrostatisches Manometer, System *Crosby*, für 140 at. Es war versucht worden, ein auf dem Cylinderdeckel befestigtes, registrierendes Bristol-Manometer zu verwenden, doch vernichtete der beim Bruch des Cylinders auftretende Stoss die auf dem Zeigerblatte des Manometers vermerkten Aufschreibungen. Vor Beginn der Versuche wurden die inneren Abmessungen jedes Cylinders an sechs verschiedenen Stellen gemessen und zwar je drei Messungen in zwei aufeinander rechtwinklig stehenden Ebenen vorgenommen. Hierzu dienende, aus hartem Holz hergestellte Stäbe mit zugespitzten Enden wurden entsprechend gezeichnet.

Nach der Zerstörung des Cylinders liess sich mittels derselben Massstäbe feststellen, um welchen Betrag der betreffende Durchmesser zugenommen hatte. Zu dem Zwecke wurden Streifen aus hartgepresstem Papier zwischen die Stäbe und die Cylinderwandung gelegt und die Stärke dieser Streifen mittels eines Mikrometermassstabes gemessen. Die so ermittelten Formveränderungen waren gering und betrugen nur 0,004 bis 0,012 Zoll (engl.).

Jeder Cylinder wurde vor den Versuchen auf Sprünge und Risse irgend welcher Art sorgfältig untersucht. Fanden sich kleine Poren o. dgl. in dem Guss, so wurden dieselben mit Blei oder Zinn zugehämmert, darauf mit einer Paraffinschicht überzogen.

Einen Hauptübelstand der Versuche bildete vorerst das zumeist ungenügende Packungsmaterial für die Cylinderdeckel. Als solches wurde nacheinander mit Mennigekitt bestrichene Messingdrahtgaze, Kupferdraht, Bleidraht, weicher Kautschuk mit Graphit und vulkanisierter Kautschuk verwendet. Die Metallpackungen waren mangels fehlender Elastizität bei höheren Drücken nicht zu gebrauchen. Obschon bei niederen Drücken gut abdichtend, verlieren dieselben diese Eigenschaft, sobald sie durch Anzug der Schraubenbolzen in etwaige Unebenheiten der gusseisernen Berührungsfläche hineingepresst worden sind; sobald die Schraubenbolzen infolge des Wasserdruckes sich um ein Geringes ausdehnen, läuft das Wasser in Strömen zwischen ihnen durch.

Diese Thatsache hat insofern Bedeutung, als damit erwiesen ist, dass die durch Aufschrauben der Muttern hervorgebrachte Anfangsspannung der Schraubenbolzen nicht genügt, um ein Dichthalten unter Druck herbeizuführen, sobald eine nicht genügend elastische Packung Verwendung findet. Die elastischen Kautschukpackungen wiederum leiden an dem Uebelstande, ausgeblasen zu werden, sobald der Druck einen gewissen Betrag überschreitet. Durch ein Vulkanisieren des Kautschuks wird das Material widerstandsfähiger, aber weniger elastisch. Auf Anraten des Ingenieurs *Caldwell* der *Worthington Hydraulic Company* entschloss man sich, die Cylinder an ihren Enden auf eine Tiefe von je ungefähr 1/8 Zoll (engl.) etwas weiter auszubohren und in diese Bohrungen entsprechende Ansätze der Cylinderdeckel genau einzupassen. Die aus je einem in siedendem Leinöl getränkten Ring aus Strohpappe bestehenden Packungen kommen jetzt zwischen Deckelansatz und Cylinderwandung bei M (Fig. 1) zu liegen. Den genau zugeschnittenen Packungsring lässt man, nachdem er vom Oel vollkommen durchzogen ist, erst mehrere Stunden stehen, bevor er eingelegt wird. Ist dieses geschehen, so empfiehlt sich weiter, die Packung nach dem Anziehen der Schrauben noch etwa 24 Stunden erhärten zu lassen, bevor sie dem Wasserdruck ausgesetzt wird.

Derartige Packungen haben sich vorzüglich bewährt. Der Erfolg ist jedenfalls der erweiterten Bohrung der Cylinderenden, wie auch dem zur Packung verwendeten Material zuzuschreiben; letzteres müsste nach dem Vorstehenden elastisch sein, um *allein* die Dichtung sichern zu können. Dies ist aber kaum anzunehmen! In ein oder zwei Fällen, in denen die Ansätze an den Deckeln einen etwas kleineren Durchmesser als die Ausbohrungen an den Enden der Cylinder hatten, wurde auch hier die Packung ausgeblasen.

Eine andere Schwierigkeit boten die in den Wandungen der Cylinder liegenden, dem blossen Auge kaum sichtbaren kleinen Risse und Gussporen u. s. w., aus denen beim Anwachsen des Druckes dünne Wasserstrahlen auf eine Entfernung von mehreren Fuss in solchen Mengen herausspritzten, dass ein weiteres Anwachsen des Druckes unmöglich wurde. Die einzige Hilfe in derartigen Fällen bestand darin, die betreffende Innenfläche des Cylinders mit einem runden Hammer leicht zu verhämmern und dann mit einer Paraffinschicht zu überziehen. Selbst dann konnte ein Ablaufen des Wassers vom Eisen bei jeder Pore, allerdings nur noch in Form einer heftigen Ausschwitzung beobachtet werden. Vor jedem Versuche wurde übrigens die Luft aus dem Cylinder durch eine kleine Oeffnung im oberen Teile desselben ausgetrieben. Der Druck wurde dann allmählich so weit gesteigert, bis die Zerstörung des Cylinders eintrat. Irgend welche Messungen auf dem äusseren Umfange des Cylinders während der Versuche wurden wegen der nur ganz geringen Formveränderungen desselben unterlassen.

In dem folgenden sind die Ergebnisse u. s. w. der Versuche an acht Cylindern in Kürze zusammengestellt:

Cylinder a. Die aus einem Drahtgewebe bestehende Packung wurde bei etwa 28 kg/qcm undicht; durch Kupferdraht Nr. 22 A. W. G. ersetzt, hielt sie bis etwa 42 kg/qcm dicht. Nach Einlage einer weichen Kautschukpackung konnte der Druck mehrere Male auf etwa 56 kg/qcm gesteigert werden. Eine undichte Stelle wurde verhämmert. Bei Steigerung des Druckes auf etwa 54 kg/qcm brach der Cylinder am Umfange unmittelbar unter dem oberen Flansch und zwar lief der Riss von der verhämmerten Stelle ausgehend um etwa 90° nach beiden Seiten herum.

Cylinder b. Packung aus 2,4 mm starkem Bleidraht mit zusammengeschmolzenen Enden wurde bei etwa 32 kg/qcm undicht; aus dem Flansch brach ein Stück heraus. Durch Kautschukpackung mit Graphit ersetzt, wurde die defekte Stelle des Flansches bei 42 kg/qcm undicht; eine weitere Zerstörung des Cylinders trat nicht ein.

Cylinder c. Eingelegte Kautschukpackung mit Graphit wurde zunächst durch Frischdampf auf 121° C. erwärmt; danach wurden die Schraubenbolzen angezogen und man liess die Packung einen Tag erhärten. Sie wurde undicht bei 42 kg/qcm; nochmals erneuert blies sie bei 35,5 kg/qcm aus. Die Flanschen zeigten Neigung abzubrechen; der Versuch wurde deshalb aufgegeben.

Cylinder d. Packung aus Strohpappe in siedendem Leinöl getränkt. Undichte Stellen am Cylinder bei 49 kg/qcm; diese wurden verhämmert und mit Paraffin überzogen, wonach Druck mehrere Male bis auf 56 kg/qcm gesteigert werden konnte. Aeussere undichte Stelle verstemmt. Bei 49 kg/qcm erfolgte die Zerstörung durch Längsriss. Bruchstellen zeigten Gussblasen.

Cylinder e. Auch hier wurde wie bei allen weiteren Versuchen in siedendem Leinöl getränkte Strohpappe als Packungsmaterial verwendet. Nach Steigerung des Druckes bis auf 93 kg/qcm erfolgte der Bruch am Umfange des Cylinders unmittelbar unter dem oberen Flansch. Der Bruch zeigte sich zuerst an einer Stelle mit mehreren kleinen Gussporen.

Cylinder f. Der Druck konnte bis auf 175 kg/qcm gesteigert werden, als der Bruch in gleicher Weise wie vordem erfolgte.

Cylinder Nr. 1. Bei 42,2 kg/qcm erfolgte ein Längsriss; in der Bruchstelle zeigten sich eine Reihe von Gussporen. Wie Fig. 3 erkennbar, ging der Riss von der mit x markierten Stelle aus.

Cylinder Nr. 2. Es erfolgte bei 74 kg/qcm ein Umfangsriss unter dem Flansch. Fig. 4 zeigt die mit x be-



zeichnete Stelle, an der der Riss zuerst auftrat. Bruchfläche sehr rein.

Cylinder Nr. 3. Brach bei 68 kg/qcm in gleicher Weise wie Nr. 2. Bruchfläche rein.

Cylinder Nr. 4. Eine Anzahl kleiner Gussporen, annähernd in der mittleren Höhe des Cylinders, verursachte starke Wasserverluste. Nach gehörigem Verhämmern innen und aussen erfolgte die Zerstörung des Cylinders infolge Längsrisses, der sich durch den oberen Flansch fortsetzte.

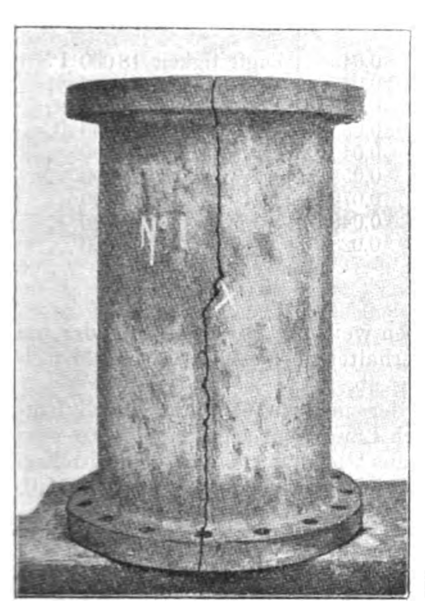


Fig. 3.



Fig. 4.

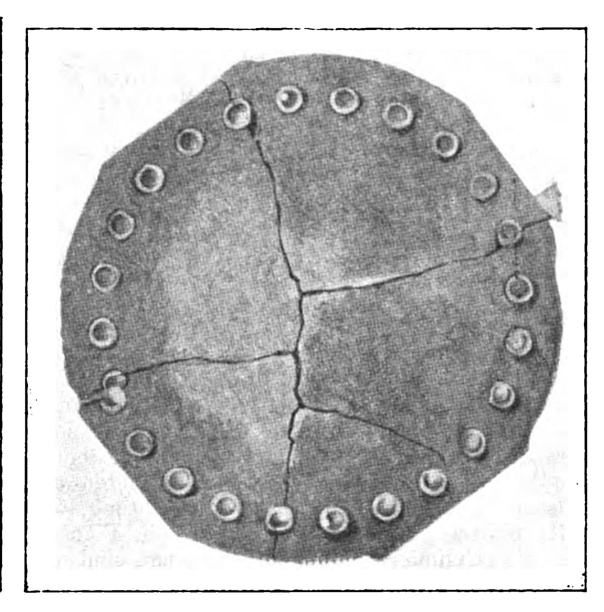


Fig. 5

Cylinder Nr. 5. Cylinder zeigte bei 61 kg/qcm einen Riss unter dem Flansch, der sich auf einen Teil des Umfanges, sodann durch Flansch und Deckel fortsetzte.

Cylinder Nr. 6. Bei 33,5 kg/qcm zersprang der obere Deckel, wie Fig. 5 ersichtlich. Nachdem er durch einen neuen ersetzt war, zersprang auch dieser bei einem Druck von 63 kg/qcm in der gleichen Weise. Diese Deckel hatten bereits bei anderen Cylindern Verwendung gefunden und wahrscheinlich an Festigkeit verloren.

Eine grosse Sorgfalt war beim Giessen der Cylinder beobachtet worden; dieselben können als Muster gusseiserner Cylinder, wie sie bei Dampfmaschinen und Pumpen Verwendung finden, gelten. Die erwähnten Gussporen u. s. w. waren meistens so unbedeutend, dass unter normalen Verhältnissen kaum irgend welche Defekte der Cylinder hierdurch entstanden wären.

Bevor wir die Ergebnisse der Versuche in einer Tabelle übersichtlicher zusammenstellen, sollen erst einige gebräuchliche Formeln, die in Nordamerika zur Berechnung der Wandstärke gusseiserner Dampfcylinder Anwendung finden, vorausgeschickt werden.

Bezeichnet

d die Bohrung des Cylinders in Zoll (engl.),

p den Druck in Pfund auf den Quadratzoll (engl.),

t die Wandstärke des Cylinders in Zoll (engl.),

S die Beanspruchung in Pfund auf den Quadratzoll (engl.),

so ist für schwache Wandungen bekanntlich:

$$S = \frac{pd}{2t} \quad \ldots \ldots \ldots \quad 1)$$

bezw.

$$S = \frac{pd}{4t} \quad \ldots \ldots \ldots \quad 2)$$

je nachdem die Kraftäusserung in Richtung der Cylinderachse oder senkrecht hierzu angenommen wird.

Nach *Van Buren*'s Formel für Dampfcylinder soll sein:

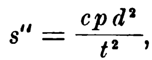
$$t = 0{,}0001\,pd + 0{,}15\sqrt{d}.$$

Eine Formel, welche *Benjamin* in seinen „Notes on Machine Design" entwickelte, ist dieser ähnlich.

Angenommen, es sei s' die infolge des inneren Druckes auftretende tangentiale Spannung, so ist

$$s' = \frac{pd}{2t}.$$

Bezeichnet noch s'' eine zusätzliche Zugbeanspruchung des Materials infolge Verziehens u. s. w. desselben an irgend einer schwachen Stelle, dann lässt sich, wenn wir die Hälfte des Fig. 6 ersichtlichen Ringquerschnittes als einen Balken betrachten, der bei A und B befestigt ist, und annehmen, das grösste Biegungsmoment trete bei c auf, die Spannung der äusseren Fasern an dieser Stelle nach der Festigkeitslehre dem Ausdrucke $\frac{pd^2}{t^2}$ proportional setzen, oder



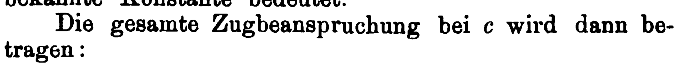
$$s'' = \frac{cpd^2}{t^2},$$

worin c eine zunächst noch unbekannte Konstante bedeutet.

A B c

Fig. 6.

Die gesamte Zugbeanspruchung bei c wird dann betragen:



$$S = s' + s'' = \frac{pd}{2t} + \frac{cpd^2}{t^2}.$$

Nach c aufgelöst, ergibt sich:

$$c = \frac{St^2}{pd^2} - \frac{t}{2d} \quad \ldots \ldots \ldots \quad 3)$$

und nach t aufgelöst:

$$t = \frac{pd}{4S} + \sqrt{\frac{cpd^2}{S} + \frac{p^2d^2}{16S^2}} \quad \ldots \quad 4)$$

eine Formel, welche in Gleichung 1 übergeht, wenn $c = 0$.

Ausführliche Untersuchungen an Maschinencylindern haben erwiesen, dass die Werte für c zwischen 0,03 bis 0,10 liegen, so dass als Mittelwert gesetzt werden kann:

$$c = 0{,}06.$$

Die von Prof. *Barr* in seinem Vortrage „Current Practice in Engine Proportions"[1]) zur Benutzung vorgeschlagene Formel für die Wandstärke gusseiserner Cylinder langsam laufender Maschinen lautet:

$$t = 0{,}05\,d + 0{,}3 \text{ Zoll (engl.)} \quad \ldots \ldots \quad 5)$$

In Tabelle II sind die Ergebnisse der verschiedenen Versuche vergleichsweise zusammengestellt. Die Werte

[1]) *Transactions, A. L. M. E.*, vol. XVIII S. 741.

Tabelle II.

Nummer des Versuches	Durchmesser d in Zoll (engl.)	Wasserdruck in Pfunden auf den Quadratzoll (engl.)	Wandstärke t in Zollen (engl.)	Art des Risses	Benutzte Formeln 1 $S = \frac{pd}{2t}$	2 $S = \frac{pd}{4t}$	3 $c =$	Bemerkungen
a	12,16	800	0,70	Umfangsriss	6940	3470	0,046	Zugfestigkeit 18000 PS
d	12,45	700	0,56	Längsriss	7780	—	0,047	„ 24000 „
e	9,12	1325	0,61	Umfangsriss	9900	4950	0,048	„ 24000 „
f	6,12	2500	0,65	Umfangsriss	11800	5900	0,055	„ 24000 „
1	9,58	600	0,402	Längsriss	7150	—	0,049	„ 24000 „
2	9,375	1050	0,573	Umfangsriss	8590	4300	0,055	„ 24000 „
3	9,13	975	0,596	Umfangsriss	7470	3740	0,072	„ 24000 „
4	12,53	700	0,571	Längsriss	7680	—	0,048	„ 24000 „
5	12,56	875	0,531	Umfangsriss	10350	5180	0,028	„ 24000 „

Mittelwert für $c = 0,05$.

für S aus Gleichung 1 sind für jeden Cylinder und aus Gleichung 2 für alle diejenigen berechnet, deren Zerstörung durch einen Umfangsriss erfolgte. Es ist ersichtlich, dass 6 von 9 Cylindern auf letztere Art zertrümmert wurden.

Dies ist in erster Linie dem Einflusse zuzuschreiben, den die Flanschen auf den Cylinder ausüben; indem sie die Wandung desselben versteifen, verhüten sie das Aufreissen des Cylinders in der Längsrichtung, was anderenfalls eintreten würde. Da ferner die Flanschen stärker als die Cylinderwandungen gegossen sind, entsteht in Nähe der ersteren eine Schwächung der letzteren infolge Schwindens des Materials beim Abkühlen. Bei einigen Cylindern konnte dieses deutlich beobachtet werden. Das Material war porös und an der betreffenden Stelle abgesaugt. Nach den gemachten Beobachtungen — vgl. die Versuche mit den Cylindern b und c — erscheint es aber ausgeschlossen, die Flanschen schwächer zu halten, da ein Abbrechen derselben bei stärkeren Drücken sonst sicher eintreten würde. Wollte man die Stärke der Flanschen dennoch gleich derjenigen der Cylinderwandung machen, so müssten erstere jedenfalls noch durch Rippen versteift werden.

Aus Tabelle II ist weiter zu entnehmen, dass die mittels Gleichung 1 erhaltenen Werte für die Beanspruchung des Materials nur etwa $^1/_3$ der Zugfestigkeit desselben, wie solche an Probestücken ermittelt wurde, betragen. Dies ist einem Mangel an Gleichförmigkeit in der physikalischen Beschaffenheit des Metalles, den nicht immer gleich starken Wandungen, sowie hauptsächlich dem Auftreten von kleinen Poren und Rissen in demselben zuzuschreiben. Damit ist erwiesen, dass das Zerreissen von Probestücken noch keinen Anhalt für die Beurteilung der Festigkeit eines gusseisernen Cylinders gibt.

Die mittels Gleichung 2 (Tabelle II) erhaltene Beanspruchung in Fällen, wo es sich um die Zerstörung des Cylinders infolge eines Umfangsrisses handelt, beträgt nur etwa $^1/_5$ bis $^1/_6$ der Zugfestigkeit der Probestücke.

Für die Konstante c sind bezügliche Werte ebenfalls ermittelt worden; dieselben weichen, mit Ausnahme der bei den Cylindern 3 und 5 erhaltenen Werte, von dem Mittelwerte $c = 0,06$ nur wenig ab.

Da die Zerstörung der meisten Cylinder durch Umfangsrisse und nicht durch Längsrisse erfolgte, könnte vermutet werden, dass die aus Gleichung 3 und 4 ermittelten Werte unbrauchbar sind. Dies ist dennoch nicht der Fall. Die Wahrscheinlichkeit der Zerstörung eines Cylinders nach der einen oder anderen Richtung hin ist für beide Fälle dieselbe.

Setzt man den aus Tabelle II gefundenen Mittelwert $c = 0,05$, ferner die Beanspruchung $S = 2000$ in Gleichung 4 ein, so ergibt sich

$$t = \frac{pd}{8000} + \frac{d}{200}\sqrt{\gamma + \frac{p^2}{1600}} \quad . \quad . \quad . \quad 6)$$

Fasst man die Ergebnisse der Versuche nochmals kurz zusammen, so lassen sich folgende Schlussfolgerungen aus denselben ziehen:

1. Werden gusseiserne Cylinder, wie sie gewöhnlich für Pumpen und Dampfmaschinen Verwendung finden, einem inneren Drucke ausgesetzt, so können sie bei gehöriger Steigerung des letzteren sowohl durch einen Umfangsriss, wie auch durch einen Längsriss zerstört werden.
2. Mit Rücksicht auf etwaige schwache, poröse oder mit Rissen versehene Stellen der Cylinder beträgt die Festigkeit derselben bezw. des Materials nur etwa $^1/_3$ der an Probestücken ermittelten Zugfestigkeit.
3. Der hauptsächlichste Grund der Zerstörung der Cylinder liegt in der Saugwirkung des Metalles infolge ungleicher Abkühlung; um sich hiergegen zu sichern, sollten die Flanschen nicht wesentlich stärker als die Cylinderwandungen gehalten werden.
4. Festigkeitsversuche an ausgeführten Cylindern geben ein besseres Bild von der Widerstandsfähigkeit derselben gegen inneren Druck als alle noch so sorgfältig aufgestellten Rechnungen.

Die verschiedenen Kühlverfahren mittels der Kaltluftmaschine.

Von **Rudolf Mewes**, Ingenieur und Patentanwalt, Berlin.

Das *Linde*'sche Kühlverfahren, durch das die Verflüssigung der permanenten Gase, wie Stickstoff, Sauerstoff und selbst Wasserstoff, ermöglicht worden ist, hat vielfach theoretische Arbeiten über die verschiedenen Kühlverfahren mittels der Kaltluftmaschine und über die Ausführbarkeit dieser Verfahrungsarten veranlasst. In solchen Arbeiten sind jedoch nicht selten Aussprüche enthalten, welche, soweit sie sich nicht auf das *Linde*'sche, sondern auf das ältere *Siemens*'sche und das aus demselben abgeleitete, den Expansionscylinder fortlassende Verfahren von *Mix* beziehen, unhaltbar sind bezw. irrige Vorstellungen über deren Durchführbarkeit erwecken. Da die Prüfung und Bewertung dieser drei wichtigsten Kühlverfahren mittels der Kaltluftmaschine auch über das Wesen des *Linde*'schen Verfahrens neues und klares Licht ausstrahlen dürfte, so soll dieser Gegenstand hier eingehend besprochen werden.

Den Standpunkt der Theoretiker und Praktiker kennzeichnet Herr Prof. *M. Schröter* in dem Vortrage, welchen



er über „*Linde*'s Verfahren der Sauerstoffgewinnung mittels verflüssigter Luft" in der 36. Hauptversammlung des Vereines deutscher Ingenieure am 19. August 1895 zu Aachen gehalten und in der *Zeitschrift des Vereines deutscher Ingenieure* Bd. 39 H. 39 veröffentlicht hat, auch heute noch für weite Fachkreise als richtig geltend dahin, dass im Gegensatz zu den Kaltdampfmaschinen die Kaltluftmaschine ausschliesslich auf der durch äussere Arbeit zu erzielenden Abkühlung der Luft beruhe, welche zuvor in einem Kompressionscylinder auf den gewünschten Druck (6 bis 8 at) gebracht und durch Kühlwasser auf ihre anfängliche Temperatur abgekühlt wurde. Auf ein solches Kühlverfahren, und zwar unter Anwendung des Gegenstromprinzips, hat *William Siemens* im Jahre 1857 ein englisches Patent, Nr. 2064, genommen. Die Ausführung dieses theoretisch günstigsten Verfahren scheiterte damals an praktischen Schwierigkeiten. Ferner bemerkt *Schröter* a. a. O., dass man in allen technischen Lehrbüchern den Satz findet, dass eine Kaltluftmaschine vollkommen unwirksam werden müsste, wenn man nach dem Beispiel der Kaltdampfmaschine den Expansionscylinder weglassen und die Luft einfach durch ein Drosselventil ausströmen lassen wollte; diese Anschauung gründe sich darauf, dass man mit einer für technische Zwecke genügenden Genauigkeit die Luft als ein vollkommenes Gas betrachtet, bei welchem zwischen den einzelnen Molekülen gar keine Kräfte wirken, und dass daher die gesamte innere Arbeit durch die zur Veränderung der Temperatur erforderliche Wärme geleistet wird. Die hier von *Schröter* ohne Kritik und Prüfung einfach übernommene Anschauung älterer Kühlmaschineningenieure ist durchaus falsch, wie nicht nur theoretisch, sondern auch längst experimentell durch die Versuche von *de Saint-Venant* und *Wantzel* (*Mémoire et expériences sur l'écoulement de l'air, déterminé par des differences de pressions considérables; par Barré de Saint-Venant et Laurent Wantzel. — Journal de l'École polytechnique* Bd. 16, 1839) und von *Weisbach* (*Lehrbuch der Ingenieur- und Maschinenmechanik*, 3. Aufl., 1855, Bd. 1, S. 820) nachgewiesen ist. Das Verdienst, erkannt zu haben, dass sich hierauf ein wirklich leistungsfähiges Kühlverfahren gründen lasse, und ein solches Kühlverfahren in technisch leicht durchführbarer Weise zuerst erfunden bezw. ersonnen zu haben, dies Verdienst gebührt einem Laien, der sich durch Selbststudium ein nicht zu unterschätzendes, vor allen Dingen jedoch technisch klares physikalisches Wissen angeeignet hat. Es ist dies der Naturwissenschaftler *Konrad Mix*, der ein derartiges Kühlverfahren in Deutschland zum Patent angemeldet hat.

Beim Uebergang zur Erklärung des *Linde*'schen Kühlverfahrens weist *Schröter* darauf hin, dass die Physik ein vollkommenes Gas nicht kennt, sondern bei allen Gasen Abweichungen vorkommen, welche darauf deuten, dass die inneren Kräfte nicht gleich Null sind; dass jedoch diese Abweichungen sehr gering und um so unbedeutender sind, je permanenter im übrigen das Gas ist. Die Versuche von *Joule* und *W. Thomson*, welche schon in der Mitte der 50er Jahre und später angestellt sind, hätten den experimentellen Nachweis erbracht, dass atmosphärische Luft, wenn sie aus einem Raum mit höherem Druck durch ein Ventil einfach ausströmt, sich nach Erreichung des Beharrungszustandes dauernd abkühlt, so dass doch ein gewisser Betrag von Wärme zur Ueberwindung innerer Kraft aufzuwenden sei. Aus den Versuchen wurde gefolgert, dass die durch Ueberwindung der inneren Kräfte bedingte Abkühlung oder Temperaturerniedrigung dem Druckunterschied proportional ist und bei 16° C. Anfangstemperatur pro 1 at Druckabfall $\frac{1}{4}$° C. beträgt und bei sinkender Temperatur im Verhältnis der Quadrate der absoluten Temperaturen zunimmt. Bezeichnet man mit p_2 den Höchstdruck, mit p_1 den Enddruck und mit T die absolute Anfangstemperatur der Pressluft, während 289 die absolute Temperatur der Atmosphäre ist, so muss demnach der Temperaturabfall $\delta_0 = \frac{p_2 - p_1}{4} \cdot \left(\frac{289}{T_1}\right)^2$ sein.

Aus der vorstehenden *Joule-Thomson*'schen Formel zieht *Schröter* ohne weiteres den Schluss, dass angesichts einer so geringfügigen Abkühlung offenbar der oben erwähnte Ausspruch ganz zutreffend ist, dass nämlich eine Kaltluftmaschine ohne Expansionscylinder technisch vollkommen wertlos wäre. Das von *Schröter* hier eingefügte abschwächende Wort „offenbar" scheint mir anzudeuten, dass *Schröter* die Richtigkeit dieses Satzes weder theoretisch noch sachlich geprüft hat, denn sonst würde er offenbar seine Behauptung nicht haben aufrecht erhalten können. Zur Prüfung des vorliegenden Gegenstandes müssen in erster Linie die Fragen entschieden werden, ob die Formel und die Versuche von *Joule* und *Thomson* unanfechtbar sind, ob nicht beim Fortfall des Expansionscylinders doch noch äussere Arbeit geleistet wird, daher die *Joule-Thomson*'sche Formel hier gar nicht in Betracht kommt und ob ferner, wenn gleichwohl noch äussere Arbeit geleistet (wohlverstanden nicht nutzbar gemacht) wird, diese Arbeit eine genügende Abkühlung bewirken kann und nach welchem Gesetze dies geschieht. Von alledem findet sich in der ganzen Litteratur über Kühlverfahren und Kälteindustrie meines Wissens bis auf die oben erwähnte Patentanmeldung von Herrn *Konrad Mix* in Berlin nichts. Im Gegenteil hat sogar *H. v. Helmholtz*, dem das *Mix*'sche Kühlverfahren zur Begutachtung vorgelegen hat, am 24. Juli 1893 in einem Briefe ein dahingehendes Gutachten abgegeben, dass er das Verfahren zur gewerbsmässigen Herstellung fester Luft für vollkommen aussichtslos halte — und fast alle Fachphysiker haben dies Urteil nachgebetet. Ich sehe vorläufig davon ab, dass die *Joule-Thomson*'schen Versuche und die aufgestellte Formel, da sie sich mit dem vorliegenden Verfahren sachlich nicht decken, hier überhaupt nicht anwendbar sind, und beschränke mich daher auf den Nachweis, dass eine Kaltluftmaschine, wenn man nach dem Beispiel der Kaltdampfmaschine den Expansionscylinder weglässt, lediglich infolge der durch Fortschieben der Atmosphäre geleisteten, allerdings verloren gehenden oder nicht mechanisch nutzbar zu machenden äusseren Arbeit ohne bezw. auch zusammen mit der nicht zu vermeidenden inneren Arbeit eine bedeutende Kühlwirkung nach dem *Mix*'schen Verfahren hervorbringen kann. Um die theoretischen Formeln nicht zu verwickelt zu gestalten, lasse ich die Abkühlung durch innere Molekulararbeit unberücksichtigt, da diese Abkühlung, wie sich zeigen wird, nur einen geringen Bruchteil der durch die verlorengehende gegen die Atmosphäre geleistete äussere Arbeit bewirkten Abkühlung darstellt. Ich lege hier die Entwickelungen von *Zeuner* in *Technische Thermodynamik* Bd. 1, S. 40 bis 44 u. ff. zu Grunde, da mir erstlich die erwähnten Originalarbeiten von *de Saint-Venant* und *Wantzel*, sowie von *Weisbach* nicht zur Verfügung stehen, zweitens aber die *Zeuner*'sche Darstellung ausserordentlich einfach und klar ist.

Es handelt sich in vorliegendem Falle um die Ausströmungsgesetze der atmosphärischen Luft unter Druck. Die Grundformeln für die strömende Bewegung und für den Ausfluss der Gase ergeben sich aus den allgemeinen Strömungsformeln für eine Flüssigkeit. Nehmen wir an, dass irgend eine Flüssigkeit ohne Einwirkung äusserer Kräfte im Beharrungszustande durch ein Rohr mit horizontaler Achse, aber veränderlichem Querschnitt hindurchströmt, so dass in der Zeiteinheit durch jeden Querschnitt die gleiche Gewichtsmenge G hindurchfliesst. Geht nun durch den vorderen Querschnitt die Flüssigkeit mit überall gleicher Geschwindigkeit w parallel hindurch, so ist das in der Zeiteinheit durchgeströmte Flüssigkeitsvolumen gleich Fw und entsprechend das durch den hinteren Querschnitt $F_1 w_1$. Ist v das spezifische Volumen und p der Druck im vorderen Querschnitt und entsprechend v_1 und p_1 die Werte für Querschnitt F_1, so ist im Beharrungszustande

$$G v_1 = F_1 w \text{ und } G v = F w \quad . \quad . \quad . \quad . \quad 1)$$

Bezeichnet man mit U den ganzen Betrag der inneren Arbeit und mit H denjenigen Teil der Gesamtenergie der Flüssigkeit, welcher der offenen fortschreitenden, mit der Geschwindigkeit W erfolgenden Bewegung entspricht, so ist die in der Gewichtseinheit enthaltene Arbeit gleich $U + H$, worin die Arbeit der fortschreitenden Bewegung H gleich deren lebendiger Kraft, also

$$H = \frac{W^2}{2g} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad 2)$$

ist. Beim Uebergang vom Querschnitt F_1 zum Querschnitt F wird bei entsprechender Bezeichnung eine Arbeit

$= (U + H) - (U_1 + H_1)$ aufgewandt oder verbraucht. Die Differenz $H - H_1$ bezeichnet man als die Zunahme der Strömungsenergie. Ist nun die Summe der Widerstände, welche die Flüssigkeit auf dem Wege F_1 nach F zu überwinden hat, gleich W, so wird die ganze auf diesem Wege verbrauchte Arbeit

$$L = (U + H) - (U_1 + H_1) + W \quad . \quad . \quad . \quad 3)$$

Während des Strömens der Flüssigkeit legt die Hinterfläche F_1 in dem Zeitelement dt den Weg $w_1 dt$ und die Vorderfläche den Weg $w\,dt$ zurück. Es ist $F_1 p_1$ der hinter dem Querschnitt F_1 auf den Flüssigkeitskörper ausgeübte Druck, so dass auf die Flüssigkeit die Arbeit $F_1 w_1 p_1 dt$ übertragen wird, während die Vorderfläche F ganz entsprechend die Arbeit $F w p\,dt$ nach vorwärts in Richtung der Strömung abgibt. Die vom Flüssigkeitskörper in der Zeit dt aufgenommene Arbeit ist somit mit Rücksicht auf Gleichung 1)

$$F_1 w_1 p_1 dt - F w p\,dt = (p_1 v_1 - p v)\,G\,dt.$$

Da wegen des Beharrungszustandes in der Zeit dt das Flüssigkeitsgewicht $G\,dt$ sowohl in den Raum $F_1 F$ einals auch aus demselben durch die Fläche F ausgetreten ist und eine Aenderung des Bewegungszustandes nicht stattfindet, so stellt der vorstehende Ausdruck die Arbeit dar, welche das Flüssigkeitsgewicht $G\,dt$ während seiner Bewegung von F_1 nach F aufgenommen hat. Für die endliche Zeit t ist diese Arbeit gleich $(p_1 v_1 - p v)\,G\,t$, für die Gewichtseinheit also, indem man $G\,t = 1$ setzt, gleich $p_1 v_1 - p v$. Wird der Gewichtseinheit Flüssigkeit während der Bewegung durch F_1 und F von aussen her die Wärmemenge Q zugeführt, so ist, da die Widerstandsarbeit W in Wärmemass $A\,W$ ist, die zugeführte Wärmemenge $Q + A\,W\left(A = \frac{1}{425}\right)$, so dass die gesamte Arbeitsmenge in mechanischem Masse

$$L = p_1 v_1 - p v + \frac{Q}{A} + W \quad . \quad . \quad . \quad 4)$$

wird. Durch Gleichsetzen mit der Gleichung 3) erhält man die Grundgleichung des vorliegenden Problems

$$Q = A\,[p v - p_1 v_1 + (U + H) - (U_1 + H_1)] \quad . \quad 5)$$

oder, indem man zum Differential übergeht,

$$d\,Q = A\,[d(p v) + d\,U + d\,H]. \quad . \quad . \quad . \quad 6)$$

Liegt der Kanal nicht horizontal, sondern der Querschnitt F_1 um h_1 und der Querschnitt F um h unter der Horizontalebene, so wird infolge der Schwerkraftwirkung noch die Arbeit $h - h_1$ aufgenommen, so dass die Gleichung 5) in

$$Q = A\,[p v - p_1 v_1 + (U + H) - (U_1 + H_1) - (h - h_1)] \; 7)$$

und Gleichung 6) in

$$d\,Q = A\,[d(p v) + d\,U + d\,H - d\,h] \quad . \quad . \quad 8)$$

übergeht.

Neben den hier abgeleiteten Gleichungen 7) und 8) hat aber noch die Grundgleichung der Thermodynamik

$$d\,Q_1 = d\,(Q + A\,W) = d\,Q + A\,d\,W = A\,[d\,U + p\,d\,v] \; 9)$$

oder

$$Q + A\,W = A\,(U - U_1) + A\int_{v_1}^{v} p\,d\,v \quad . \quad . \quad 10)$$

Gültigkeit. Durch Gleichsetzen mit Gleichung 8) bezw. 7) erhält man

$$d\,H = d\,h - d\,W - v\,d\,p \quad . \quad . \quad . \quad . \quad 11)$$

oder

$$H - H_1 = h - h_1 - W - \int_{p_1}^{p} v\,d\,p. \quad . \quad . \quad 12)$$

Bei den praktischen Anwendungen handelte es sich bisher fast ausschliesslich um die Ermittelung der Strömungsenergie H, woraus dann nach Gleichung 2) $w = \sqrt{2\,g\,H}$ und das Gewicht G der sekundlich durchströmenden Flüssigkeit nach Gleichung 1) $G = \frac{F w}{v}$ gefunden wird.

Die hier abgeleiteten Formeln, welche für jede Flüssigkeit gelten, lassen sich ohne weiteres auf die strömende Bewegung der Gase anwenden. Es ist nur bei den Gasen die innere Arbeit $d\,U = \frac{1}{k-1}\,(v\,d\,p + p\,d\,v)$ oder $d\,U = \frac{d\,(p\,v)}{k-1}$ in die Gleichung 8) einzusetzen, so dass man

$$\left.\begin{aligned} d\,Q &= A\,d\,(p\,v) + \frac{A\,d\,(p\,v)}{k-1} + A\,d\,H - A\,d\,h \\ \text{oder} \quad A\,d\,H &= d\,Q - \frac{A\,k}{k-1}\,d\,(p\,v) + A\,d\,h \end{aligned}\right\} \; 13)$$

und aus Gleichung 9)

$$\left.\begin{aligned} d\,Q + A\,d\,W &= A\left[\frac{d\,(p\,v)}{k-1} + p\,d\,v\right] \\ \text{oder} \quad d\,Q + A\,d\,W &= \frac{A}{k-1}\,[v\,d\,p + k\,p\,d\,v] \end{aligned}\right\} \; 14)$$

erhält. Nun ist aber $p\,v = R\,T$ (*Clapeyron*'sche Zustandsgleichung, worin R die Gaskonstante ist, und $c_p - c_v = A\,R$, so dass man $\frac{A\,k}{k-1}\,d\,(p\,v) = c_p\,d\,T$ setzen kann und Gleichung 13) in

$$A\,d\,H = d\,Q + A\,d\,h - c_p\,d\,T \quad . \quad . \quad . \quad 15)$$

übergeht. Aus Gleichung 15) kann man die Temperatur ausströmender Gase an der Mündungsstelle berechnen; eine Prüfung der so erhaltenen Werte ist nur auf indirektem, nicht aber unmittelbar mittels Thermometer möglich, weil Reibung und Stoss der Flüssigkeit den Stand des Thermometers beeinflussen.

Nimmt man ein grosses Ausflussgefäss mit enger Ausströmungsöffnung, so kann man die Luft im Ausflussgefässe annähernd als in Ruhe befindlich ansehen und daher ohne merklichen Fehler $w_1 = o$ und somit auch $H_1 = o$ setzen. Soll ferner Wärme weder zu- noch abgeführt werden, so wird auch $d\,Q = o$; folglich erhält man aus Gleichung 13) für die Strömungsenergie bei horizontalem Ausflussrohr, für das $d\,h = o$ zu setzen ist, die Gleichung

$$d\,H = -\frac{k}{k-1}\,.\,d\,(p\,v), \quad . \quad . \quad . \quad . \quad 16)$$

während aus Gleichung 14)

$$d\,W = \frac{1}{k-1}\,(v\,d\,p + k\,p\,d\,v) \quad . \quad . \quad . \quad 17)$$

und durch Addition von 16) und 17)

$$d\,H + d\,W = -v\,d\,p \quad . \quad . \quad . \quad . \quad 18)$$

folgt. Aus Gleichung 16) folgt

$$H = \frac{k}{k-1}\,(p_1\,v_1 - p\,v), \quad . \quad . \quad . \quad . \quad 19)$$

so dass nach Gleichung 2) die Ausflussgeschwindigkeit

$$w = \sqrt{\frac{2\,g\,k}{k-1}\,(p_1\,v_1 - p\,v)} \quad . \quad . \quad 20)$$

und die Luftmenge

$$G = F\sqrt{\frac{2\,g\,k}{k-1}\,.\,\frac{p_1\,v_1 - p\,v}{v^2}} \quad . \quad . \quad 21)$$

wird.

Setzt man nun voraus, dass die Widerstände, welche die ausströmende Luft in der Mündung zu überwinden hat, verschwindend klein sind, also $d\,W = o$ ist, so folgt aus Gleichung 17) $v\,d\,p + k\,p\,d\,v = o$, so dass durch Integration die polytropische Expansionskurve

$$p\,v^k = p_1\,v_1^k \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad 22)$$

sich ergibt. Mit Rücksicht hierauf erhält man aus den Gleichungen 20) und 21)

$$w = \sqrt{\frac{2gk}{k-1} \cdot p_1 v_1 \left[1 - \left(\frac{p}{p_1}\right)^{\frac{k-1}{k}}\right]} \quad . \quad 23)$$

und

$$G = F\sqrt{\frac{2gk}{k-1} \cdot \frac{p_1}{v_1} \left[\left(\frac{p}{p_1}\right)^{\frac{2}{k}} - \left(\frac{p}{p_1}\right)^{\frac{k+1}{k}}\right]}. \quad 24)$$

In diesen Formeln sind jedoch die Widerstände, welche die strömende Luft zu überwinden hat, nicht berücksichtigt worden. *Weisbach*, der die ersten vollkommenen Versuche über Luftausfluss angestellt hat, bezeichnete w und G als „theoretische Werte". Die wirkliche oder effektive Ausflussgeschwindigkeit, die kleiner als w ist, setzte er $w_e = \varphi w$, worin φ der Geschwindigkeitskoeffizient heisst. Die effektive Strömungsenergie wird entsprechend gesetzt $H_e = \varphi^2 H$, so dass die Widerstandsarbeit

$$W = H - H_e = (1-\varphi^2) H = \left(\frac{1}{\varphi^2} - 1\right) H_e$$
$$= \zeta H_e \quad . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \quad 25)$$

wird, worin

$$\zeta = \frac{1}{\varphi^2} - 1 \quad . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \quad 26)$$

gesetzt ist und der „Widerstandskoeffizient" heisst. Aus Gleichung 25) folgt durch Differentiation und nach Gleichung 16)

$$d\,W = -\frac{k\zeta}{k-1} \cdot d(p\,v), \quad . \; . \; . \; . \quad 27)$$

so dass man, da nach Gleichung 17)

$$d\,W = \frac{1}{k-1}(v\,d\,p + k\,p\,d\,v)$$

ist, durch Gleichsetzung beider Formeln

$$(1 + k\zeta)\,v\,d\,p + k(1+\zeta)\,p\,d\,v = o$$

oder

$$v\,d\,p + \frac{k(1+\zeta)}{(1+k\zeta)}\,p\,d\,v = o$$

oder, indem man

$$u = \frac{k(1+\zeta)}{1+k\zeta} \quad . \; . \; . \; . \; . \; . \quad 28)$$

einführt, $v\,d\,p + u\,p\,d\,v = o$ und durch Integration, wenn ζ und damit auch u konstant ist, die polytropische Druckkurve

$$p\,v^u = p_1\,v_1^u \quad . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \quad 29)$$

erhält. Hieraus folgt mit Hilfe der *Clapeyron*'schen Zustandsgleichung

$$\frac{T}{T_1} = \left(\frac{v_1}{v}\right)^{u-1} = \left(\frac{p}{p_1}\right)^{\frac{u-1}{u}} \quad . \; . \; . \quad 30)$$

Aus Gleichung 30) kann man das Volumen v und die Temperatur T durch den Druck p in der Mündung ihrer wirklichen Grösse nach berechnen. *Zeuner* nennt die Grösse u den „Ausflussexponenten". Ist u gegeben, so erhält man aus 28)

$$\zeta = \frac{k-u}{k(u-1)}, \quad . \; . \; . \; . \; . \quad 31)$$

wonach u stets kleiner als k ist. Mit Rücksicht auf die Gleichungen 29) und 21) erhält man

$$w = \sqrt{\frac{2gk}{k-1}\,p_1\,v_1\left[1 - \left(\frac{p}{p_1}\right)^{\frac{u-1}{u}}\right]}, \quad . \quad 32)$$

$$G = F\sqrt{\frac{2gk}{k-1} \cdot \frac{p_1}{v_1}\left[\left(\frac{p}{p_1}\right)^{\frac{2}{u}} - \left(\frac{p}{p_1}\right)^{\frac{u+1}{u}}\right]} \quad 33)$$

und aus den Gleichungen 27) und 31) die Widerstandsarbeit

$$W = \frac{k-u}{(u-1)(k-1)} \cdot p_1 v_1 \left[1 - \left(\frac{p}{p_1}\right)^{\frac{u-1}{u}}\right]. \quad 34)$$

Es ist nach Gleichung 2) und 32)

$$H = \frac{w^2}{2g} = \frac{2gk}{(k-1)\,2g} \cdot p_1 v_1 \left[1 - \frac{T}{T_1}\right],$$

worin nach Gleichung 30)

$$\left(\frac{p}{p_1}\right)^{\frac{u-1}{u}} = \frac{T}{T_1}$$

gesetzt ist; folglich erhält man, da nach der *Clapeyron*schen Zustandsgleichung

$$\frac{p_1 v_1 k}{T_1(k-1)} = \frac{c_p}{A}$$

ist,

$$H = \frac{c_p}{A}(T_1 - T)$$

oder

$$A\,H = c_p\,(T_1 - T) \quad . \; . \; . \; . \; . \quad 35)$$

und die Widerstandsarbeit ebenfalls in Wärmemass

$$A\,W = A\,\zeta\,H = \frac{k-u}{k(u-1)} \cdot c_p\,(T_1 - T) \quad . \quad 36)$$

und durch Addition der Gleichungen 35) und 36)

$$A(H + W) = \frac{u(k-1)}{k(u-1)} \cdot c_p\,(T_1 - T). \quad . \quad 37)$$

Bei der Umrechnung der Luftmenge in Raumeinheiten (Kubikmeter) muss man angeben, an welcher Stelle gemessen werden soll. Im Innern des Gefässes ist das Volumen $G\,v_1$, in der Mündungsebene $G\,v$ und ausserhalb der Mündung nach der Ausbreitung $G\,v_2$. Im vorliegenden Falle kommt es lediglich auf die Bestimmung der Werte T, p und v in der Mündungsebene an. Man erhält für das Gefässinnere gemessen

$$G\,v_1 = \alpha\,F\sqrt{2\,g\,\frac{c_p\,T_1}{A}\left[\left(\frac{p}{p_1}\right)^{\frac{2}{u}} - \left(\frac{p}{p_1}\right)^{\frac{u+1}{u}}\right]}, \quad 38)$$

worin α der „Kontraktionskoeffizient" ist.

Die Richtigkeit der hier abgeleiteten Formeln ist von *Weisbach* durch Messen der Ausflussgeschwindigkeiten (Ausflussmengen) geprüft worden. Einige Beispiele dürften den Einfluss der Widerstandsarbeit auf die Werte von T erkennen lassen und zeigen, dass sich nach dem *Mix*'schen Verfahren eine Verflüssigung der Gase um so mehr erreichen lässt, als zu der vorliegenden Kühlwirkung die auf der inneren Molekulararbeit beruhende Kühlwirkung, wenn eine solche überhaupt vorhanden ist, noch verstärkend hinzukommt.

Aufgabe: Durch eine Mündung, deren Ausflussexponent $u = 1{,}250$, deren Widerstandskoeffizient somit nach Gleichung 31) $\zeta = 0{,}454$ ist, ströme die Luft unter dem konstanten Druck von 1,5 at aus einem sehr weiten Gefässe direkt in die freie Atmosphäre, so dass in der Mündungsebene der Atmosphärendruck p herrscht, das Druckverhältnis also $\frac{p}{p_1} = \frac{2}{3}$ ist. Ist die absolute Temperatur innen und aussen $T_1 = 288^\circ$, so folgt aus der Zustandsgleichung $p_1\,v_1 = 29{,}269 \,.\, 288$ das spezifische Volumen der Luft im Gefässe $v_1 = 0{,}5438$. Wenn auch die Rechnungsergebnisse für den Fall, dass keine Widerstände vorliegen, praktisch keinen Wert besitzen, so soll doch hier, um den Einfluss der Widerstände erkennen zu lassen, auch dieser Fall mit berechnet werden. Man findet für $u = k = 1{,}410$ und $u = 1{,}250$ das spezifische Volumen in der Mündung nach Gleichung 29) $v = 0{,}7251$ bezw. $v = 0{,}7523$, die absolute Temperatur in der Mündung $T = 256{,}0$ bezw. $T = 265{,}6$ oder nach *Celsius* $= -17^\circ$ bezw. $= -7{,}4^\circ$. Die Widerstände erhöhen daher die Temperatur in der Mündung, so dass zur Erklärung der *Joule-Thomson*'schen Versuche der erhöhte Widerstand der benutzten Diaphragmen vollkommen genügt und die an den Haaren herbeigezogene Molekulararbeit — wie mir scheint, ledig-

lich um *Robert Mayer* einen Hieb zu versetzen — überflüssig ist. Die übrigen Grössen werden

$$H = 3222{,}4 \text{ bezw. } H = 2255{,}6 \text{ kgm}$$
$$W = 0 \quad „ \quad W = 1025{,}1 \quad „$$
$$w = 251{,}4 \quad „ \quad w = 210{,}4 \text{ m.}$$

Nimmt man dagegen an, dass $p_1 = 4$ at und $u = 1{,}380$ ist, so erhält man $v_1 = 0{,}2039$ und für den Fall, dass G ein Maximum werden soll, für den Druck in der Mündungsebene $p = 0{,}5317 \,.\, p_1 = 2{,}1267$ at nach der einfach abzuleitenden Beziehung

$$\frac{p}{p_1} = \left(\frac{2}{u+1}\right)^{\frac{u}{u-1}} \quad \ldots \ldots \quad 39)$$

Es wird

$$\frac{v}{v_1} = 1{,}5805, \quad \frac{T}{T_1} = 0{,}8403, \quad T = 242^\circ$$

oder

$$= -31^\circ \text{ C.}, \quad w = 313 \text{ m.}$$

Das vorliegende Problem kann man auf folgende Weise einfacher und bequemer lösen. Beim Ausströmen ohne Reibungswiderstand ist nur die dem Fortschieben der Atmosphäre entsprechende Arbeit zu leisten. Nehmen wir an, dass die Expansion zunächst isothermisch erfolgt, so verhält sich $v : v_1 = p_1 : p$, so dass, da in diesem Falle $v = 0{,}815$, $p_1 = 1{,}5$ und $p = 1$ ist, $v_1 = \frac{0{,}815}{.1{,}5}$, also $v - v_1 = \frac{v}{3} \,.\, 0{,}815 = 0{,}2717$ cbm wird. Die geleistete äussere Arbeit wird dann $10000 \frac{v}{3}$ kgm; dieselbe ist jedoch zu gross, da durch die Arbeitsleistung die Temperatur erniedrigt und somit v kleiner wird. Sei die wirkliche Endtemperatur T, so ist, da T_1 bekannt ist, die Volumenverminderung

$$v\,\alpha\,(T_1 - T) = \frac{v\,(T_1 - T)}{273},$$

die Arbeitsverminderung demnach

$$v\,\alpha\,(T_1 - T) \,.\, 10000 \text{ kgm.}$$

Die wirklich geleistete äussere Arbeit, also auch abzüglich der Reibungsarbeit, muss aber nach dem *Mayer*'schen Aequivalentgesetze gleich dem mechanischen Wert der entzogenen Wärmemenge, also gleich

$$\frac{c_p}{A}\,(T_1 - T) \text{ kgm}$$

sein. Man erhält somit die Gleichung

$$\left.\begin{aligned} &10000\,(v - v_1) - v\,\alpha\,(T_1 - T) \,.\, 10000 \\ &\quad = \frac{c_p}{A}\,(T_1 - T) \\ &10000\,v\left(1 - \frac{v_1}{v}\right) - v\,\alpha\,(T_1 - T)\,10000 \\ &\quad = \frac{c_p}{A}\,(T_1 - T) \\ &10000\,v\left(1 - \frac{p}{p_1}\right) - v\,\alpha\,(T_1 - T)\,10000 \\ &\quad = \frac{c_p}{A}\,(T_1 - T) \\ &\text{oder} \\ &T = T_1 - \frac{1 - \frac{p}{p_1}}{(c_p \,/\, 10000\,A\,v) + \alpha} \end{aligned}\right\} \quad 40)$$

und durch Einsetzen der gegebenen Werte $T = 288 - 20 = 268^\circ$ oder $= -5^\circ$ C. Nach der *Weisbach*'schen Formel folgt, wie oben berechnet ist, der Wert $T = 265{,}6^\circ$ oder $-7{,}4^\circ$ C., so dass die Uebereinstimmung völlig ausreichend ist.

Für das zweite Beispiel, in welchem $p_1 = 4$ at ist, erhält man nach der angegebenen Methode

$$T = T_1 - \frac{{}^3/_4}{(c_p \,/\, 10000\,A\,v) + \alpha} = 288 - 43{,}5 = 244{,}5^\circ$$

oder $= -28{,}8^\circ$ C., während nach der Formel von *Weisbach* $T = 242^\circ$ oder $= -31^\circ$ C. gefunden wurde.

Im ersten Beispiel ist die lediglich zum Verdrängen der atmosphärischen Luft erforderliche Arbeit gleich 2717 kgm, im zweiten dagegen gleich 6113 kgm, während die nutzbare Arbeit infolge der Expansion im Arbeitscylinder im ersten Falle $L = c_v\,(T_1 - T) \,/\, A = 2292$ kgm, im zweiten Falle dagegen, da $T = T_1 \left(\frac{p}{p_1}\right)^{\frac{u-1}{u}} = 196^\circ$ ist, $L = c_v\,(T_1 - T) \,/\, A = 6588$ kgm ist. Die zum Ueberwinden des Atmosphärendruckes erforderliche Arbeit ist also in beiden Fällen nahezu gleich der durch die Expansion im Arbeitscylinder im günstigsten Falle nutzbar zu machenden Arbeit, im ersten Falle sogar grösser. Es ist dies übrigens eine in der Dampfmaschinenlehre allgemein bekannte Thatsache, auf welcher ja der grosse Vorteil der Kondensationsmaschinen mit weitgehender Expansion beruht, so dass ein Uebersehen dieses Umstandes bei den Kaltluftmaschinen bezw. bei dem darauf sich gründenden Kühlverfahren gerechte Verwunderung erregen muss. Hätte Herr Professor *Schröter* die Arbeit, welche die aus engen Oeffnungen unter konstantem Druck ausströmende Luft gegen die Atmosphäre leistet, wirklich ausgerechnet bezw. die den vorliegenden Gegenstand behandelnden §§ 40 bis 45, Bd. 1 der *Technischen Thermodynamik* von *Zeuner* zu Rate gezogen, so hätte er die im Anschluss an die *Joule-Thomson*'sche Formel aufgestellte Behauptung: „Angesichts einer so geringfügigen Abkühlung ist offenbar der oben erwähnte Ausspruch ganz zutreffend, dass nämlich eine Kaltluftmaschine ohne Expansionscylinder technisch vollkommen wertlos wäre“, sicherlich nicht ausgesprochen; denn diese Behauptung ist, wie die nach den experimentell geprüften *Weisbach*'schen Formeln berechneten Zahlenbeispiele beweisen, nicht zutreffend.

Bei dem *Siemens*'schen Kühlverfahren wird die nutzbare äussere Arbeit der Luft im Expansionscylinder und die den Atmosphärendruck überwindende, verloren gehende äussere Arbeit, an die *Siemens* allerdings gar nicht gedacht hat, bei *Mix* nur die letztere, welche der ersteren etwa gleich ist und 50 % der gesamten verfügbaren äusseren Arbeit beträgt, bei *Linde* dagegen nur die innere Arbeit, welche ihrerseits nur ein geringer Bruchteil jeder der beiden äusseren Arbeiten ist, unter Zuhilfenahme des längst bekannten Gegenstromprinzips zur Verflüssigung der Luft oder der permanenten Gase bezw. zu ihrer Trennung benutzt. Das *Mix*'sche Kühlverfahren vermeidet die Nachteile des *Siemens*'schen Verfahrens, welche die Anwendung eines Arbeitscylinders bei sehr niedrigen Temperaturen mit sich bringt und ist, was Einfachheit der Apparatkonstruktion anlangt, dem *Linde*'schen Verfahren vollkommen ebenbürtig, aber bedeutend leistungsfähiger als dieses, wie ein Vergleich der Grundformeln und der mit Hilfe derselben für gleichen Druckabfall berechneten Temperaturerniedrigungen beweist.

Dampframmenwagen auf amerikanischen Eisenbahnen.

In vielen Staaten von Süd- und Nordamerika, ebenso in Kanada gibt es noch einen so grossen Holzreichtum, dass die Ausnutzung dieses Materials auch im Eisenbahnbaue eine Form und Ausdehnung gewonnen hat, die weit über die Gepflogenheit anderer Länder hinausgeht. Eine grosse Reihe von Durchführungen im Bereiche des Unter-



baues und Hochbaues, namentlich aber die verschiedensten Fundierungen sowie die Bahnkörper- und Uferversicherungen, zu denen anderweitig vorwiegend Mauerwerk verwendet wird, werden in Amerika von jeher lediglich mittels Pfahlwerken und Holzrösten ausgeführt. Dasselbe galt früher bekanntlich ebensowohl hinsichtlich aller grösserer Bauwerke in den Strecken, wie Brücken, Viadukte, Galerien u. s. w., und wenn dies neuerer Zeit nicht mehr so allgemein und in so ausgedehntem Masse der Fall ist, so findet trotzdem — wie gesagt — die in Rede stehende Bauweise auf und längs den amerikanischen Eisenbahnlinien aussergewöhnlich reichliche Anwendung, so dass daselbst Dampframmen zu den häufigsten und wichtigsten Bauhilfsmaschinen zählen, und dass die meisten Bahnverwaltungen sogar einen oder mehrere fahrbare Anlagen dieser Art besitzen, welche mit den Zügen leicht und bequem an jene Stellen der Bahnline gebracht werden können, wo Pfahlwerk herzustellen ist. Die älteren derartigen Einrichtungen bestehen zumeist in einem grossen, achträderigen, mit Bremsen versehenen Plattformwagen, dessen vorderes Ende in einem kastenartigen Ueberbau die Dampfwinde nebst dem Dampfkessel und die Kohlen- und Wasserbehälter beherbergt, während der übrige Raum zur Unterbringung aller Bestandteile einer gewöhnlichen Ramme dient, die an der Verwendungsstelle abgeladen, aufgestellt und mit der Dampfwinde, die sich im Wagenkasten nach Bedarf wenden lässt, in Verbindung gesetzt wird. Bei anderen Fahrzeugen für Rammen, ist die letztere wohl auch mit dem Wagengestelle durch Gelenke o. dgl. in unmittelbare Verbindung gebracht, so dass das ganze in Scharnieren laufende Rammgerüste an Ort und Stelle nicht eigentlich abgeladen, sondern nur hochgerichtet oder gekippt zu werden braucht, um die betriebsfähige Lage zu erhalten. In der Regel stehen aber bei diesen Anordnungen die langgestreckten Verladungsgegenstände, namentlich die Läuferruten der Ramme so weit über das Untergestell des Eisenbahnfahrzeuges hinaus, dass das letztere nicht in gewöhnlicher Weise durch Kuppelung in die Züge einrangiert werden kann. Derartige Rammmaschinenwagen werden daher unter Aufsicht eines eigenen Bremsers stets am Schlusse des Zuges, und zwar mittels einer längeren Verbindungskette angehängt.

In den letzten Jahren wurde u. a. von Ingenieur *Smith* für die *Chicago-Milwaukee- and St. Paul-Railway* ein neuer, in Fig. 1 und 2 ersichtlich gemachter Rammmaschinenwagen konstruiert, dessen Herstellung die Werkstätten der genannten Eisenbahngesellschaft selbst durchgeführt hat und der zuförderst den wertvollen Vorteil besitzt, dass er wie ein gewöhnlicher Güterwagen an jeder Stelle des Zuges durch Kuppelung einrangiert werden kann und während der Fahrt keine besondere Bewachung oder Bremsenbedienung beansprucht. Wie die *Engineering News* mitteilt, beträgt die Länge des *Smith*'schen Rammmaschinenwagens von Brust zu Brust 13,75 m, die Breite 3 m und die äusserste Höhe über Schienenoberkante während des Transportes 5,15 m. Der aus vernieteten Stahlträgern ausgeführte Untergestellsrahmen ruht mit starken, konischen Drehzapfen auf zwei leichtbeweglichen vierräderigen Tracks von nur 1,50 m Radstand, und trägt fünf gefalzte Längsschienen, auf welchen mittels Rollen ein stählerner Tragrost aufruht, der erst den eigentlichen Unterrahmen des Wagens zu tragen hat, und vermöge der eben erwähnten Anordnung also befähigt ist, in der Längsachse des Fahrzeuges nach vorwärts oder nach rückwärts verschoben zu werden. Zwischen dem auf diese Weise beweglichen Gestellsroste und dem hölzernen Unterrahmen des Wagens ist ferner genau im Mittelpunkte dieser beiden Teile im Roste ein Zapfenlager eingesetzt und konzentrisch zu demselben ein 18 cm breiter kreisförmiger Stahlblechstreifen von 1,35 m mittleren Radius aufgenietet. In dieses Lager passt ein am Unterrahmen des Wagens festgemachter Drehzapfen *i* (Fig. 1), zu dem wieder konzentrisch ein kreisförmiges ⋃-Eisen angebracht ist, das gleich dem darunter befindlichen vorbesagten Stahlblechstreifen eine Breite von 18 cm und einen mittleren Halbmesser von 1,35 m besitzt. In diesen Kranz *n* aus ⋃-Eisen sind von 30 zu 30 cm Laufrollen quer eingesetzt, die auf dem unteren Kreisbleche aufruhen bezw. laufen; überdem ist der äussere Rand des Kranzes *n* als Zahnrad ausgebildet. Diese zuletzt geschilderte Vorrichtung gleicht somit, nachdem auch noch an vier Stellen des Tragrostes festgelagerte Zahntriebe vorhanden sind, die in die gezahnte Kranzperipherie eingreifen und mit deren Hilfe der gezahnte Laufkranz angetrieben werden kann, ganz und gar einer Drehscheibe.

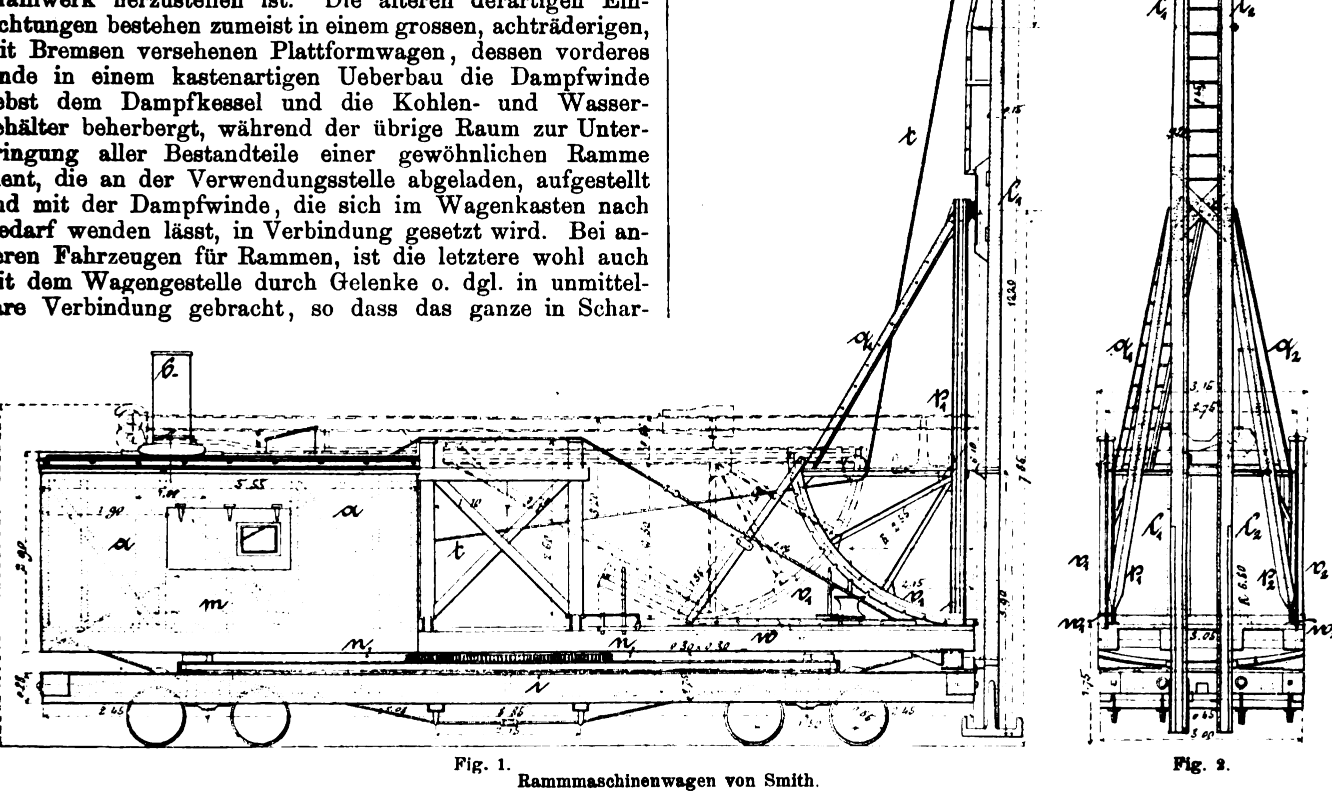


Fig. 1. Fig. 2.
Rammmaschinenwagen von Smith.

Wie man sieht, lässt die Konstruktion zweierlei Bewegungen des Wagenoberteiles zu, nämlich eine *geradlinige* in der Richtung der Längsachse von der Mitte des Wagengestelles bis nahezu zum vorderen Ende, oder ebenso bis zum rückwärtigen Ende, sodann aber auch auf jedem Punkte dieses Weges eine *drehende* Bewegung um jeden beliebigen Winkel. Selbstverständlich kann und muss die Gesamteinrichtung, nachdem sie in die gewünschte Stellung gebracht worden ist, und ebenso während des Transportes strenge in der richtigen Lage festgehalten bleiben, was mittels eigener zahlreicher Fallenriegel, Stützen, Haken und Klammern zu geschehen hat. Um nun endlich von dem Oberteile des Rammmaschinenwagens zu sprechen, ist in erster Linie zu bemerken, dass in einem kleinen, durch Dach und Wände abgeschlossenen 5,80 m langen, 3 m

breiten und 2,90 hohen Raume a die mit dem Rammspill m verbundene Dampfmaschine, der mit einem aufkippbaren Schornstein b versehene, stehende Dampfkessel, ferner ein Kohlenbehälter und ein Wasserfass, sowie eine kleine Schmiede- und Schlosserwerkstätte untergebracht sind. Das ganze übrige 7,95 m lange Wagenstück trägt keinen Kasten und dient ausschliesslich zur Unterbringung des Rammgerüstes, das mit den Wagen selbst durch eine ganz eigentümliche scharnierartige Vorrichtung verbunden ist. Letztere bildet gleichsam den Rammbock und besteht aus zwei 6,10 m hohen Seitenstreben p_1 und p_2 (Fig. 1 und 2), und zwei etwas längeren Hinterstreben q_1 und q_2. Die vier oberen pyramidenartig zusammenlaufenden Strebenenden sind durch ein gusseisernes Kopfstück vereinigt, an das die beiden 12,20 m langen Läuferruten l_1 und l_2 der Ramme durch ein breites gusseisernes Gelenke angeschlossen sind. Die vier unteren Enden der Rammbockstreben stehen zu je zweien auf jeder Wagenseite mit einem an ∪-Eisen hergestellten, an der Aussenkante mit Zahneinschnitten versehenen Viertelbogen v_1 und v_2 von 2,55 m Halbmesser in steifer Verbindung; von den letzteren liegt jeder auf einem, auf den Wagenboden befestigten, geraden, zahnstangenartig angeordneten Schienenstrange w_1 w_2, der mit der Längenachse des Wagens parallel läuft. Diese zwei 2,75 m weit voneinander liegenden Laufschienen bilden also eine Art Geleise, auf dem sich die auch untereinander durch Streben und Schliessen steif verbundenen Viertelbogen v_1 und v_2, wenn sie wie ein Rad angetrieben werden, gleichsam developieren. Mit Rücksicht darauf beträgt die Länge des in Betracht stehenden gezahnten Geleises der Viertelbogen $\frac{r^2 \pi}{4}$, d. i. $= 5{,}10$ m. Dass die Verteilung der Last auf den beiden Hälften des Wagens so getroffen ist, dass die vordere mit der rückwärtigen im Gleichgewicht steht, bedarf wohl keines besonderen Hervorhebens. Damit dieses Gleichgewicht unter allen Umständen thunlichst verbürgt bleibt und damit die nichtsdestoweniger allenfalls vorkommenden Belastungsdifferenzen, namentlich beim Drehen des Wagenoberteiles keine Störung verursachen, ist das Gesamtgewicht durch zwei Sprengwerke auf ein in der Wagenmitte, genau oberhalb der Drehscheibe errichtetes Balkengerüste (vgl. Fig. 1) übertragen. In dieser Beziehung ähnelt die Konstruktion des Wagens ersichtlichermassen einer zweiflügeligen Drehbrücke. Es erübrigt schliesslich nur noch hinsichtlich der Inbetriebsetzung Folgendes anzuführen: Sobald der Wagen angekommen und an jene Geleisstelle gebracht worden ist, von wo er am zweckdienlichsten in Benutzung genommen werden kann, wird derselbe festgebremst und ausserdem an allen vier Räderpaaren durch Unterlagskeile versichert. Sodann erfolgt zuvörderst die etwa nötige Längenverschiebung des Wagenoberteiles mit Hilfe von Geissfüssen, die hinter den Querschienen des Wagenrostes eingesetzt werden. Nach genügender Längsverschiebung wird, wenn dies erforderlich erscheint, die angemessene Drehung des Wagenoberteiles mit Hilfe von Handkurbeln bewerkstelligt, die auf zwei oder vier der weiter oben erwähnten, in den Drehscheibenkranz eingreifenden Triebzapfen gesteckt und in der der vorzunehmenden Wendung entsprechenden Richtung gleichmässig mit der Hand bewegt werden. Dann endlich erfolgt die Aufrichtung der Rammmaschine aus der in Fig. 1 durch gestrichelte Linien gekennzeichneten Ruhelage, zu welchem Behufe sich zwei Arbeiter auf das Dach des Maschinenraumes begeben und hier die Läuferruten in die Höhe heben, während gleichzeitig zwei andere Arbeiter am vorderen Wagenteile die höchste Speiche der Viertelbögen nach abwärts ziehen. Hierbei werden die letzteren auf ihrem gezahnten Geleise w_1 w_2 weiter geschoben, wodurch sich der Rammbock samt den Läuferruten successive aus der liegenden Stellung erhebt. Sobald bei dieser Drehung des Gerüstes die Schwerlinie desselben überschritten wird, vollzieht sich die weitere Aufrichtung bis zur vollkommenen Arbeitslage selbstthätig durch das geänderte Gewichtsverhältnis, und die Arbeiter haben nur mehr dafür zu sorgen, dass die Bewegung nicht zu rasch vor sich gehe. Wenn der Rammbock bezw. die ihn tragenden Viertelkreise ihre Endstellung erreicht haben, befinden sich der erstere und namentlich auch die Läuferruten bereits genau in ihrer richtigen Arbeitslage, in welcher nunmehr das ganze Rammgerüste durch Riegeln und Klammern versichert wird. Inzwischen und während die Bedienungsmannschaft der Ramme noch die Auslösevorrichtung zurecht macht, den Rammbär zwischen die Läuferruten bringt und das Rammtau t einzieht, welch letzteres über Rollen bis in den Maschinenraum zum Rammspill m geleitet wird, hat letzterenorts der Maschinist den Kessel angeheizt und die sonstigen Massnahmen zur ehesten Aufnahme des Betriebes getroffen. Im allgemeinen sind zur vollständigen Indienststetzung der Rammmaschine, von dem Zeitpunkte an gerechnet, in welchem der Wagen an den Aufstellungspunkt gebracht worden ist, höchstens zwei Stunden erforderlich; die Ausserdienstsetzung und das Zurechtmachen für den Transport erfolgt selbstverständlich in weit kürzerer Zeit.

Eine in den Einzelnheiten wesentlich anders angeordnete fahrbare Dampframme, welche anbei durch die aus dem *Engineering* stammenden Abbildungen (Fig. 3 und 4) des näheren ersichtlich gemacht ist, besitzt die *Missouri-Pacific-Railway* in mehreren Exemplaren. Diese Gattung Rammwagen lässt sich nicht für sich allein den Eisenbahnzügen anhängen, sondern muss hierzu noch durch zwei gewöhnliche Plattformwagen vervollständigt werden, von denen der eine unter dem Vorderteil, der andere unter dem Hinterteil des Rammenfahrzeuges seinen Platz erhält und mit dem achträderigen Wagengestelle des letzteren kurz gekuppelt wird. Zur weiteren Verbindung zwischen den eingeschobenen Plattformen und den darüber zu liegen kommenden Tragbalken der Dampframme bringt man sodann geeignete, nämlich für die Fahrt durch Krümmungen eine seitliche Verschiebung gewährende Unterlagen an. Auf dem freibleibenden Raume der beiden Unterstellwagen werden noch Wasserbehälter, Kohlen oder sonstige für den Betrieb der Maschine erforderliche Materialien und Werkzeuge oder in dringenden Fällen wohl auch für den Verbrauch bereits vorbereitete Holzpfähle verladen. Wenn dieses kombinierte Fahrzeug an die Verwendungsstelle gebracht ist, werden zuvörderst die vier Räderpaare des

Fig. 3.

Fig. 4.

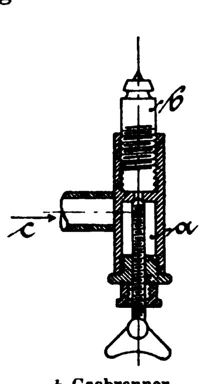
Fahrbare Dampframme der Missouri-Pacific-Railway.

Rammenwagens durch unterlegte Keile unverrückbar gemacht, sodann die zwei unterstellten Plattformwagen abgeladen, abgekuppelt und beseitigt, endlich der Rammbock, der während des Transportes die in Fig. 3 mit gestrichelten Linien angedeutete Lage besessen hat, in seine Arbeitslage, welche in der Zeichnung durch vollgezogene Linien gekennzeichnet erscheint, hochgehoben. Hierbei dreht sich das Rammbärengestelle, nämlich die durch drei Eisenbügel und einem Kopfstücke zu einem Rahmen verbundenen Läuferruten l_1 und l_2 (Fig. 3 und 4), wie eine Kippregel um zwei Drehzapfen x_1 und x_2, die ihrerseits in zwei eisernen, aus drei Winkelblechen h_1, k_1 und u_1 bezw. h_2, k_2 und u_2 hergestellten Böcken gelagert sind. Sobald die Laufruten ihre richtige Lage erhalten haben, wird die daran angelenkte Leiterstütze p_1 (Fig. 3) am Wagengestelle festgeankert und zugleich durch zwei Streben n_1 n_2 und zwei Pfetten o_1 und o_2 versteift; ausserdem dienen zum Festhalten des Rammengestelles zwei aus Rundeisen bestehende Schliessen q_1 q_2 und eine ebensolche aber unter dem Wagengestelle angebrachte und in ihrer Länge regulierbare Schliesse d. Für den Dampfkessel g (Fig. 4) und die Betriebsmaschine der Ramme, nämlich eine Dampfwinde m ist der Raum a (Fig. 3) mit einem Kasten umgeben, aus dem der Schornstein b des Kessels emporragt; hier befindet sich auch eine kleine Handschmiede und Schlosserwerkbank, sowie ein paar Ruhesitze für das Bedienungspersonal. Alle Ortsveränderungen des Rammengerüstes, welche in der Richtung des Geleises erforderlich werden, auf welchem die Vorrichtung sich befindet, geschehen lediglich durch Verschieben des ganzen Wagens, da eine Längsverschiebung im Wagengestelle selbst, wie es z. B. die Konstruktion der zuerst geschilderten Type gestattet, nicht vorgesehen ist. Behufs einer solchen Verschiebung müssen sonach bei der fahrbaren Dampframme der *Missouri-Pacific-Railway* stets erst die Radkeile wieder gelüftet oder weggenommen werden, worauf das Fortrücken des Wagens mittels Geissfüssen geschieht, die man zwischen die Schienen des Eisenbahngeleises und die Reifen der Fahrräder einsetzt. Damit aber auch eine *Drehung* der Rammmaschine möglich sei, welche erforderlich ist, um auch ausserhalb des Geleises, auf dem der Wagen steht, Pfähle eintreiben zu können, hat man zwischen Obergestell und Untergestell wieder eine den Drehscheiben der Eisenbahnen ähnliche Anordnung eingebaut, welche am Untergestelle aus dem Lager für den Drehzapfen i (Fig. 3 und 4) und zwei kreisförmigen, konzentrisch liegenden Laufkränzen besteht. Auf den letzteren ruht der ganze Oberteil des Wagens, und zwar am inneren engeren Laufkranze mit acht Rollen c_1 und am äusseren Kranze r mit vier Rollen c_2. Endlich ist auch noch ein dritter Laufkranz vorhanden, welcher aus zwei der Breite des Wagens entsprechenden Kreissegmenten besteht, die aber nicht am Untergestelle, sondern auf dem Obergestelle festsitzen, während die vier hierzugehörenden Laufrollen c_3 am Untergestelle gelagert sind. Auf diesen drei Spurkränzen lässt sich also der ganze Wagen um die Achse i drehen, allein eine volle Vierteldrehung, wie dies der *Smith*'sche Wagen der *Chicago-Milwaukee- and St. Paul-Railway* erlaubt, ist doch nicht möglich, weil die Gewichtsverhältnisse der ganzen Anordnung nicht so genau ausgeglichen sind, dass die Unterstützung auch nur einer der Rollen c_3 entbehrt werden könnte. Die zulässige Maximalablenkung aus der Geleiseachse beträgt aus diesem Grunde beiläufig nur 31°, wobei die Entfernung der letzten, äussersten Pfahlreihe, welche mit der Ramme noch gesetzt werden kann, von der Geleisemitte genau 4,88 m beträgt. Es bleibt schliesslich nur noch zu erwähnen, dass der mittlere Laufkranz r der Drehvorrichtung breiter ist, als das erlaubte Wagenprofil; die rechts und links vorstehenden Kranzsegmente sind daher klappenartig ausgeführt und bleiben während der Fahrt niedergelassen. Für die Dauer des Betriebes werden sie jedoch horizontal geklappt, und in dieser Lage durch kräftige Konsole festgehalten, die selber um senkrechte Scharniere drehbar und durch Riegel versperrt sind.

Neuere Acetylenentwickler und Zubehör.

(Fortsetzung von S. 399 d. Bd.)

Fig. 24 stellt einen *Gashahn für Acetylenentwickler* von *Beisser und Fliege* in Magdeburg, D. R. P. Nr. 107783, dar, bei denen das Wasser dem Karbid tropfenweise zugeführt wird. Bei diesen Acetylenentwicklern ist das Gas naturgemäss noch unrein und feucht, und die Trocknung desselben, besonders bei Lampen des beschränkten Raumes wegen, unvollkommen. Die Feuchtigkeit setzt sich dann in Gestalt kleiner Wassertropfen in den Zuleitungsrohren ab und ist für das Funktionieren höchst nachteilig. Dieses Niederschlagwasser kann durch die Einschaltung eines Wassersackes aus den Röhren gesammelt und durch eine Entwässerungsschraube abgelassen werden. Der vorliegende Gashahn (Fig. 24) dient nun dazu, diese Einrichtung mit dem Brennerabsperrhahn in leichter Weise zu verbinden.



b Gasbrenner, *c* Gaseintritt.

Fig. 24. Gashahn für Acetylenentwickler von Beisser und Fliege.

Der Hahn trägt an seinem oberen Teile den Brenner, ist wie gewöhnliche Hähne mit einer Absperrkonusspindel versehen und besitzt unterhalb des Konus eine Kondenskammer a. Seitlich befindet sich der Gaseintritt. Mitgerissene Wasserteilchen sammeln sich nun in der Kondenskammer, aus welcher sie durch Herausschrauben der Spindel abgelassen werden.

Bei Acetylenlampen wurden zur tropfenweisen Zuführung des Wassers bisher Dochte angewendet, deren Wirkung jedoch unsicher und mangelhaft ist. Diese Zuführung wird bei dem *Acetylenentwickler* von *Auguste E. Thinault* in Chinon und *M. Dreyfuss* in Paris, D. R. P. Nr. 107785, durch kapillar ausgebildete Rohre bewerkstelligt.

In Fig. 25 ist im Schnitt eine Zimmerlampe dargestellt, welche aus dem Wasserbehälter a besteht, in welchem sich der metallene Gasentwickler b befindet. Letzterer trägt oben einen Hals, der in den Brenner c endigt. In der mittleren Längsachse von b befindet sich ein Rohr d von genügender Stärke, um die sich durch die Einwirkung des Wassers auf das Karbid entwickelnde Wärme aufzunehmen und zurückzuhalten, so dass die Wärme sich nicht auf das im Rohre befindliche Wasser übertragen kann. Durch zwei Schlitze e kann das Wasser zum Karbid gelangen. Durch das Rohr d geht mit sehr engem Spielraum ein mit mehrgängigem Gewinde versehener, unten in einer Mutter g verschraubbarer Bolzen f. Das in a befindliche Wasser

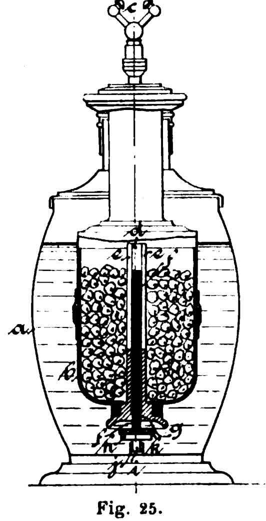


Fig. 25. Acetylenentwickler von Thinault und Dreyfuss.

sickert nun durch die Gänge des Gewindebolzens *f* und erhebt sich in demselben in der Weise, als ob es durch kapillare, schraubenförmige Rohre hindurchtrete. Am unteren Ende des Bolzens *f* befindet sich eine Scheibe *h* mit einem viereckigen Kopf *i*, welcher in eine Büchse *j* am Boden von *a* eingreift. Wird nun der Behälter *b* an seinem oberen Ende gedreht, so wird der Bolzen *f* mehr oder weniger in die Mutter *g* hineingeschraubt und der Gasentwickler mehr oder weniger in das Wasser des Behälters *a* versenkt, wodurch infolge der Wirkung der Lampe das Karbid mehr oder weniger vom Wasser verzehrt, d. h. Gas entwickelt wird. Eine Dichtungsscheibe *k* verhindert das Eindringen von Wasser, wenn der Behälter *b* ganz herabgeschraubt ist.

Bei dem *Acetylenentwickler* von *H. Lannois* in Arc-en-Barrois (Frankreich), D. R. P. Nr. 107860, erfolgt die Entwickelung des Acetylens unter beständig gleichem Druck, gleichgültig, ob ein Verbrauch von Gas stattfindet oder nicht, wobei die Grösse des Druckes nach Belieben gewählt werden kann. Es handelt sich hier um die bekannte Gattung von Acetylenentwicklern, bei denen eine besondere Glocke zur Aufnahme des in einem anderen Gefässe entwickelten Gases dient und welche in der Weise miteinander verbunden sind, dass vom Karbidbehälter ein Gasleitungsrohr unter die in Wasser tauchende Glocke führt, während durch ein zweites Rohr bei gewissem Wasserstande Wasser aus der Glocke in den Karbidbehälter fliesst. Bei dem nachstehend beschriebenen Acetylenentwickler wird diese Wasserzufuhr zum Karbid genau geregelt und der Apparat für einen bestimmten Gasdruck genau eingestellt.

In Fig. 26 ist *b* die Gasglocke, welche in dem Wassergefäss mittels über Rollen geführter Ketten aufgehängt und mit einem Gewicht *d* beschwert ist. *k* ist ein Wasserventil, welches durch den Schwimmer *i* geschlossen wird, sobald der festgesetzte Wasserstand in *a* erreicht ist und selbstthätig wieder so viel Wasser zufliessen lässt, als durch das Rohr *c* zum Karbid zutritt. Zwei Acetylen-

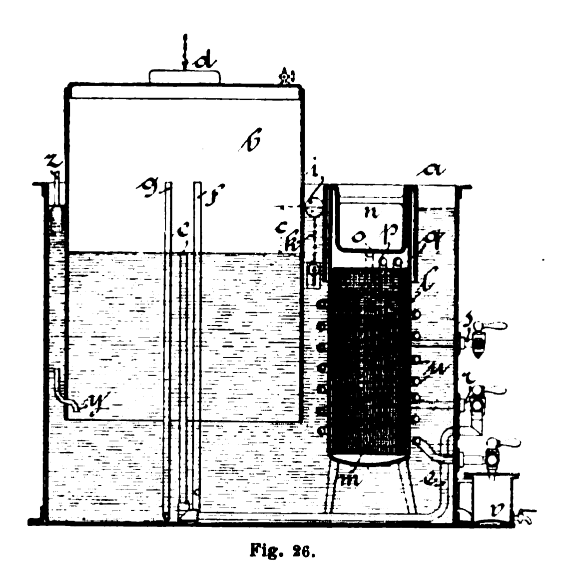


Fig. 26.
Acetylenentwickler mit selbstthätig sich regelndem Wasserzufluss von Lannois.

entwickler *l* liegen mit ihren Deckelebenen in gleicher Höhe mit der Randebene von *a*. In diese Gefässe wird das Karbid in Drahtkörben *m* eingesetzt und mit Deckeln *n* verschlossen. Ueber *m* befinden sich in den Behältern *l* drei Oeffnungen *o p q*, von denen *o* etwas höher als *p* und *q* liegt. Durch *p* wird Wasser aus dem Rohre *c* zugeleitet in der Weise, dass das Rohr unten auf dem Boden von *a* geführt durch die Wand von *a* geht, sich in zwei Zweige *r* spaltet, die unter Einschaltung von Absperrhähnen sich den Oeffnungen *p* anschliessen. Die Oeffnungen *q* sind durch ein Rohr *s*, in welches ein Hahn eingeschaltet ist, verbunden und welches ebenfalls die Wand von *a* durchdringt. Das Rohr *s* hat den Zweck, im Falle eines zu grossen Wasserzuflusses zu den Gefässen *l*, von denen immer nur eines mit Karbid gefüllt ist, den Ueberschuss in das andere abzuleiten, weshalb der Hahn nur dann geschlossen wird, wenn das unbenutzte Gefäss geöffnet werden muss. Die Oeffnungen *o* stehen mit dem Ableitungsrohr *f* für das Acetylen in Verbindung, welches unter der Glocke *b* mündet. Diese Gasleitung besteht aus zwei den Oeffnungen *o* angeschlossenen Rohren *u*, welche in Schlangenwindungen die beiden Gefässe *l* umgeben, durch die Wand von *a* führen, aussen mit Abstellhähnen versehen und durch ein T-Stück verbunden sind. Letzteres führt zu einem Wasserabscheider *v*, aus welchem das Gas nach einem mit Schichten von Watte und Kohlenpulver angefüllten Reiniger und aus diesem durch das Rohr *f* unter die Glocke *b* gelangt. Die Verhältnisse bezüglich des Wasserzuflusses zum Karbid sind derartig getroffen, dass der periodische Wasserzufluss noch nicht ausreicht, um die zur gänzlichen Füllung der Glocke nötige Gasmenge zu liefern; zur Sicherheit ist jedoch an der Glocke unten ein Rohr *y* angebracht, dessen untere innere Mündung nicht weit vom Rande der Glocke entfernt ist. Ueber der oberen Mündung dieses Rohres ist in der Gegend des Wasserspiegels von *a* ein Trichter *z* vorgesehen, an den sich ein Rohr oder Schlauch anschliesst. Im Falle einer Mehrentwickelung von Gas, als einer Füllung der Glocke entspricht, entweicht es durch das Rohr *y*, sobald dessen Mündung über den Wasserspiegel in *b* tritt.

Der Gasdruck kann nun ganz beliebig hoch gewählt werden, je nachdem ein grösseres oder kleineres Gewicht *d* auf der Glocke angebracht wird und der Schwimmer *i* entsprechend dem sich ergebenden Wasserspiegelunterschied eingestellt wird.

Die Wirkung ist folgende: Angenommen, das Gefäss *a* sei bei der Inbetriebsetzung nicht mit Wasser gefüllt, die Glocke befände sich in der tiefsten Stellung und das Gewicht *d* hänge frei an der Kette; wird dann ein oben an *b* befindlicher Lufthahn geöffnet und Wasser in *a* eingelassen, so wird das Wasser durch das Rohr *c* nach dem Karbidbehälter abfliessen und Acetylen entwickeln. Nach Schliessen des Hahnes wird die Glocke steigen, bis sie an das Gewicht *d* anstösst. Der anfangs geringe Gasdruck kann zunächst das Gewicht der Glocke mit der Belastung durch *d* nicht überwinden, drückt aber den Wasserspiegel herab. Es wird nun Wasser zugelassen bis zu einer Höhe, welche durch das Schwimmerzulassventil eingestellt wird. Das Gas nimmt nun eine Spannung an, welche der Wassersäule *c* entspricht. Bei weiterer Gasentwickelung hebt sich die Glocke mit dem Gewicht, wobei der Höhenunterschied *c* unverändert bleibt. Die Spannung des Gases ändert sich auch dann nicht, wenn die Ableitung *g* geöffnet wird; alsdann sinkt die Glocke bis das Gewicht ausser Berührung mit derselben kommt; die Wassersäule drückt dann den Wasserspiegel in *b* höher und sucht eine Niveauausgleichung zu erzielen. Hierdurch fliesst wieder Wasser durch *c* zum Karbid, es entwickelt sich Gas, die Glocke wird gehoben, bis sie durch das Gewicht wieder belastet und die normale Gasspannung erreicht wird. Da diese Regelung sofort eintritt, so entstehen fast gar keine Schwankungen in den Gasflammen und die Kette des Gewichtes befindet sich beständig im Zustande zwischen wechselnder Zugbeanspruchung und Entlastung.

Mittels eines Schwimmkörpers wird die Karbidzufuhr bei dem *Acetylenentwickler* von *J. F. P. Ackermann* in Marseille, D. R. P. Nr. 108031, geregelt, und zwar bleibt hierbei die Wassermenge, auf welcher der Schwimmer ruht, unverändert, das Wasser bleibt rein und wird nicht in unruhige Bewegungen versetzt; der Schwimmer wird stets gleichmässig gehoben und gesenkt und bethätigt die Beschickungsvorrichtung ruhig und regelmässig.

In dem in Fig. 27 dargestellten Entwickler sind *a* und *b* zwei übereinander angeordnete Behälter, deren letzterer durch eine Wand *c* in die Kammern *d* und *e* geteilt ist, welche oben miteinander in Verbindung stehen. In dem oberen Teile *a* befindet sich ein trichterförmiger Karbidbehälter *f*, welcher mit der Kammer *e* verbunden ist, während sich in dem übrigen Teile *c*, welcher mittels des Rohres *j* mit *d* in Verbindung steht, Wasser befindet. Ein Schlangenrohr *k*, welches in *d* mündet, dient zur Ableitung und Kühlung des Gases. Die untere Oeffnung des Karbidbehälters *f* wird durch ein auf einem drehbaren Hebel *m* sitzendes Ventil *l* verschlossen, dessen zweites Ende in die

Kammer d eintritt und einen Schwimmer o trägt, welcher auf der Oberfläche des in d befindlichen Wassers schwimmt. Mittels einer Stange q, welche in die Kammer e eindringt und in einen Daumen oder Exzenter r endigt, kann das Ventil l geschlossen gehalten werden.

Der Arbeitsgang der Vorrichtung ist folgender: Sobald aus f Karbid nach c gelangt ist, entwickelt sich Gas, welches den Raum über dem Wasser in d und e anfüllt. Je nach dem Drucke desselben wird der Wasserstand in d verändert und das Gas mehr oder weniger durch das Rohr j nach der Kammer i hinaufgetrieben. Der Schwimmer o folgt diesen Schwankungen und regelt auf einfache Weise mittels des Ventiles l die Karbidzufuhr nach c und somit die Gasentwickelung und den Gasdruck.

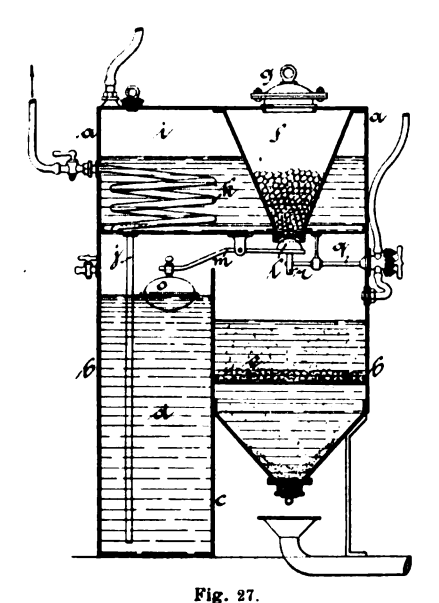


Fig. 27.
Acetylenentwickler von Ackermann.

Bei den bisher bekannten automatischen Acetylenerzeugern ist es oft nötig, einen gewissen Vorrat von Acetylen zu haben, um den Gasverbrauch von der Gaserzeugung unabhängig zu machen. Derartige Vorrichtungen sind zwar bekannt, z. B. aus dem amerikanischen Patent Nr. 596138, dieselben sind jedoch bei Systemen von Acetylenentwicklern, bei denen das Wasser oder das Karbid in bestimmten Teilungen in den Entwickler eingeführt werden und die Glocke bei ihrem Steigen die Abmessung bewirkt und beim Sinken bis zu einer bestimmten Stelle die Beschickung auslöst, nicht zu verwenden, weil sie dem Acetylen, so lange der sekundäre Gasbehälter nicht gefüllt ist, freien Austritt gewähren, so dass ein Steigen der primären Glocke nicht stattfindet.

Für diese Art von Entwicklern ist die *Vorrichtung zur vom Verbrauch unabhängigen Erzeugung und Aufspeicherung von Acetylen* von *H. Berger* in Berlin, D. R. P. Nr. 108067, bestimmt.

In Verbindung mit einem der vorbenannten Acetylenentwickler steht ein beliebig grosser Gassammler b (Fig. 28), von welchem die Verbrauchsleitung ausgeht und dessen Glocke dem gewünschten Gasdruck entsprechend beschwert ist. Die Glocke a des Sammlers ist schwerer belastet und

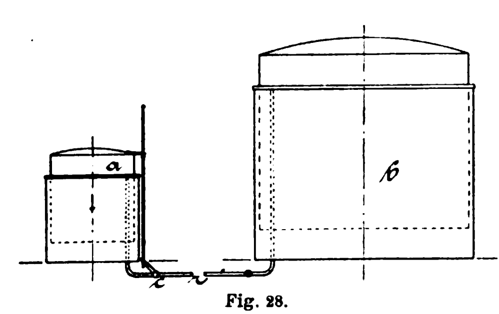


Fig. 28.
Sammelvorrichtung für Acetylen von Berger.

steht mit dem Hahn c des Verbindungsrohres r derartig in Verbindung, dass der Hahn bei aufsteigender Glocke, d. h. gegen Ende der jeweiligen Gaserzeugungsperiode, geöffnet wird, während des Niederganges geöffnet bleibt und geschlossen wird, wenn die Glocke sich ihrem tiefsten Standpunkt nähert, d. h. die nächste Gaserzeugungsperiode eintritt. Bei geschlossenem Hahn c wird also im Erzeugungsapparat Gas entwickelt, welches bei aufsteigender Glocke und offenem Hahn c infolge der grösseren Belastung der Glocke a nach dem Gassammler b gedrückt wird. Das automatische Arbeiten des Gaserzeugers wird hierdurch in keiner Weise gestört, auch können mehrere Acetylenerzeuger an das Rohr angeschlossen werden.

Bei den Acetylenlampen ist das Reinigen derselben von den Karbidrückständen gewöhnlich höchst umständlich und geschieht infolgedessen in ungenügender Weise. Der *Acetylenentwickler mit Ausstossvorrichtung* von *M. Strakosch* und *F. Schmid* in Wien, D. R. P. Nr. 108076, bezweckt, diese Thätigkeit in einfacher Weise und gründlich vornehmen zu können.

In Fig. 29 ist eine Acetylenlampe mit einer solchen Vorrichtung dargestellt. *1* ist der mittels eines aufklappbaren Bodens *2* verschliessbare Karbidbehälter, welcher einen durchlochten Kolben *3* besitzt, dessen Kolbenstange *4*

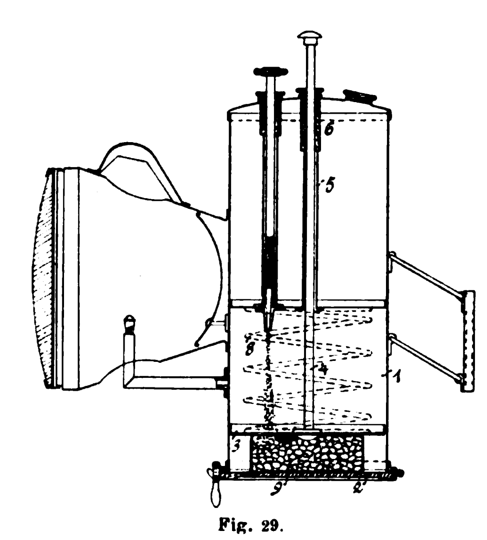


Fig. 29.
Acetylenentwickler mit Ausstossvorrichtung von Strakosch und Schmid.

durch ein Rohr *5* des Wasserbehälters *6* nach aussen ragt. Die Kolbenstange kann auch durch eine Feder *8* (gestrichelt) ersetzt werden, welche sich einerseits auf den Kolben, andererseits auf den Boden des Wasserbehälters stützt. Das Karbid wird in Form von Patronen *9* eingebracht, welche durch den Kolben entweder vermöge der Kraft der Feder oder der Reibung der Kolbenstange *4* an den Boden *2* angedrückt und gehalten werden. Behufs Entfernung des Karbides wird der Boden *2* aufgeklappt und der Kolben nach abwärts gedrückt, wodurch die Patrone ausgestossen und der Mantel gleichzeitig gereinigt wird. Bei Anordnung der Feder *8* geschieht dies selbstthätig bei Oeffnen des Bodens.

Der *Acetylenentwickler* von *J. Schülke* in Berlin, D. R. P. Nr. 108132, besitzt mehrere Karbidbehälter, welche nacheinander derart einstellbar sind, dass nach Erschöpfung des einen, der nächstfolgende selbstthätig in Betrieb gesetzt wird. Die Behälter, welche mit verschieden hochgelegenen Wassereinströmungsöffnungen versehen sind, sind in einem Wasserbehälter derart eingesetzt, dass sie schwimmend erhalten werden, so lange eine genügende Gasentwickelung stattfindet.

In den Wasserbehälter b (Fig. 30) ist eine beliebige Anzahl von Entwickelungsgefässen eingesetzt, deren jedes durch ein Gasrohr d mit einer Leitung e in Verbindung steht, welche nach einem als Druckgeber wirkenden Behälter führt. Letzterer besteht aus einem Wassergefäss f und einer belasteten, beweglich aufgehängten Glocke g. In f befindet sich eine Kühlschlange h, die an e angeschlossen ist und zur Abscheidung der vom Acetylen mitgeführten Wasserdämpfe dient. Die Kühlschlange mündet oberhalb des Wasserspiegels in die Glocke g und in gleicher Höhe mit ihr ein Gasableitungsrohr i, welches nach einem Druckregler k mit der Verbrauchsleitung l führt. Sowohl die Rohre d als Leitung e werden durch Hähne abgeschlossen.

Die Karbidbehälter bestehen aus cylindrischen, durchlochten, an beiden Seiten offenen Metallrohren, deren jeder in einen unten geschlossenen, oben offenen Cylinder l_1 eingesetzt, welcher jeder wieder von einer unten offenen, oben geschlossenen Glocke c umgeben ist, in welche von unten



aus dem Behälter b Wasser eintritt. Da diese Glocken jedoch mit den Innenräumen der Karbidbehälter in Verbindung stehen, so kann das Wasser nur so hoch steigen, als es der Gasdruck in a und c zulässt. Die Glocken sind mit Gasableitungsrohren d_1 versehen, in welche die Rohre d einmünden. Die Cylinder b_1 sind mit Einlassöffnungen b_2

Fig. 30.
Acetylenentwickler von Schülke.

versehen und werden mittels Federn f_1 an die Glocken c angeklemmt, so dass beide zusammen herausgenommen werden können. An den Innenwandungen der Cylinder b_1 sind mit den Oeffnungen b_2 korrespondierende Rohre angebracht (in der Zeichnung nicht dargestellt), welche mit einer Reihe von Löchern versehen sind und dazu dienen, einen unmittelbaren Zutritt des Wassers zum Karbid zu verhindern, vielmehr eine Zuleitung des letzteren von unten zu bewirken, so dass eine Zersetzung des Karbids von unten nach oben und eine Trocknung des Gases durch die oberen Karbidstücke stattfindet. Die Einlassöffnungen b_2 für das Wasser sind stufenweise angeordnet, so dass die einzelnen Karbidelemente nacheinander in Wirkung treten. Um den Verlust von Acetylen zu verhüten, wird der Wasserstand in b höher als die Glocken c gehalten, da es wichtig ist, dass bei Neufüllung des Entwicklers alles Acetylen entweicht. Es geht daher höchstens so viel Acetylen verloren, als in dem Ueberführungsrohr vorhanden ist.

Vor Eintritt der Gasentwickelung schwimmen die Karbidbehälter derart, dass das in Glocken c eindringende Wasser die unterste Oeffnung b_2 noch nicht erreichen kann. Beim Oeffnen der Hähne in d und e tritt die Verbindung des Gasometers g mit den Karbidbehältern ein; es erfolgt ein Druckausgleich und die Karbidbehälter sinken so weit, dass die niedrigste Wassereinflussöffnung unter den Wasserspiegel in den Glocken c taucht, wodurch in dem ersten Karbidbehälter Gasentwickelung eintritt. Bei steigendem Gasdruck steigt der Karbidbehälter so weit, dass der Wasserzufluss abgesperrt wird, während bei sinkendem Druck wieder Wasser zufliesst. Die übrigen Karbidbehälter kommen nicht in Thätigkeit, so lange der erste in Wirksamkeit ist, da der Gassammler den Druck derart ausgleicht, dass die Behälter mit höher liegenden Oeffnungen nicht soweit sinken können, dass die Oeffnungen aller Glocken unter den gleichen Wasserspiegel tauchen.

Nach Erschöpfung des ersten Behälters sinken die anderen so weit herab, dass der nächststehende in Thätigkeit treten kann. Der Gasdruck in dem Gasometer g wird mittels des Druckreglers $h\,t$ nach Belieben geändert und werden die Karbidbehälter durch Erhöhung des Druckes ausser, durch Verminderung desselben in Thätigkeit gesetzt. Gleichzeitig dient derselbe zum Ausgleich der Druckschwankungen.

Die *Allgemeine Acetylengesellschaft Prometheus G.m.b.H.* in Leipzig baut einen *Acetylenentwickler*, D. R. P. Nr. 108198, welcher speziell für Eisenbahnfahrzeuge verwendbar ist und trotz Erschütterungen im Betriebe nicht gestört wird. Aehnlich wie bei dem vorher beschriebenen Acetylenentwickler besitzt derselbe eine Reihe von Karbidzellen, welche in einem Wasserbehälter nach und nach zur Wirkung kommen, und zwar unter Benutzung einer schrägen Zuflussrinne für das Wasser, welche mit Wasserzulassöffnungen versehen ist.

In Fig. 31 ist a ein unterhalb des Bodens des Eisenbahnwagens befestigtes cylindrisches Gefäss mit dem Wasserbehälter b und dem darunter liegenden Karbidbehälter d. An b ist ein Syphon e mit Hahn f angebracht. Der Karbidbehälter besteht aus zwei fest verbundenen Hälften d_1 d_2 (Fig. 31a), zwischen denen ein schmaler Raum g belassen ist, dessen Boden von i nach h (Fig. 31) abfällt. Der ganze Karbidbehälter d mit

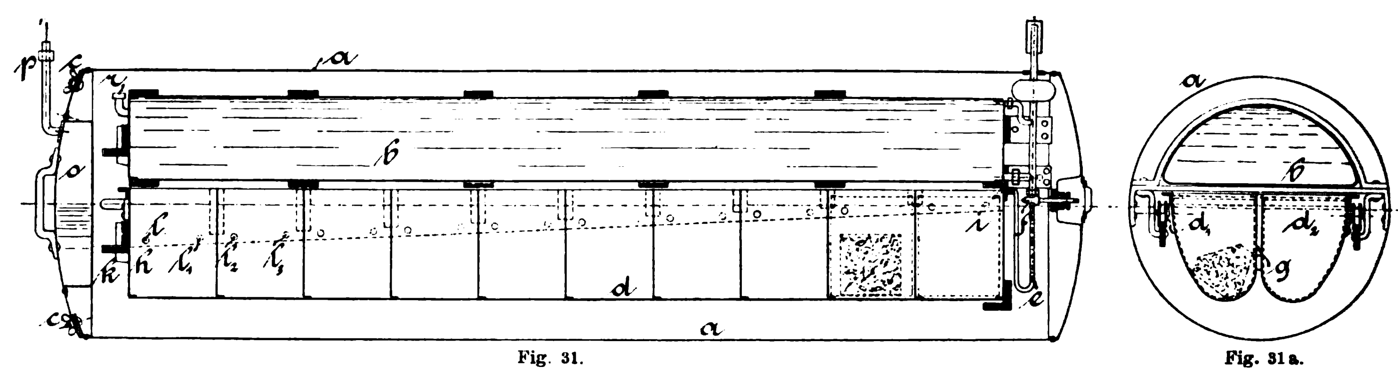


Fig. 31. Fig. 31a.
Acetylenentwickler von der Allgemeinen Acetylengesellschaft Prometheus G. m. b. H.

den beiden Hälften ist in zehn Abteilungen geteilt, in welche durchlochte, mit Deckel versehene Büchsen mit

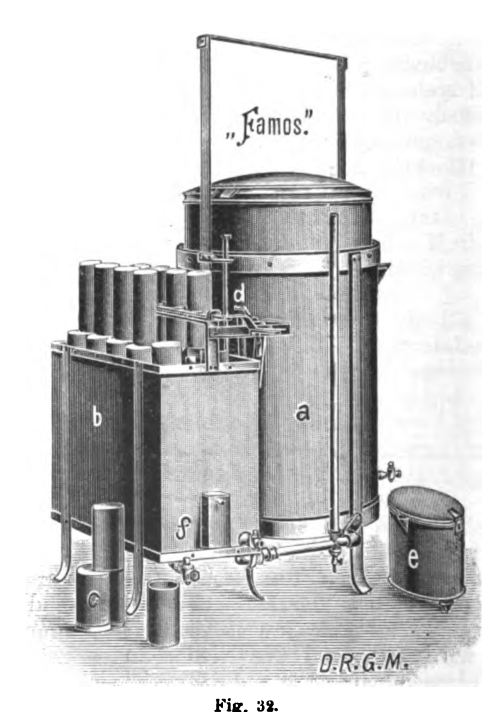


Fig. 32.
Acetylenentwickler von Held.

Press- oder Stückenkarbid eingesetzt werden. Die einzelnen Abteilungen sind nach dem Hohlraum g zu mit in

steigender Höhe angebrachten Oeffnungen $l\, l_1\, l_2 \dots$ zum Einfluss für das Wasser versehen. Das ganze Karbidgefäss ist nach Entfernung des Deckels c und Riegels k aus a herausziehbar. Im Deckel c befindet sich ein Wäscher und Reiniger o, welchen das Gas, bevor es durch das Rohr p zur Gebrauchsstelle gelangt, durchstreichen muss.

Der Wasserbehälter wird nun bei geschlossenem Hahn f durch das Rohr r mit Wasser gefüllt, der mit Karbid gefüllte Behälter d eingeschoben und der Deckel mit dem gefüllten Reiniger geschlossen. Oeffnet man nun den Hahn f, so läuft das Wasser in dünnem Strahl die Rinne $i\,h$ entlang, gelangt zu der ersten Kammer und entwickelt Gas. Bei steigendem Druck oder wenn kein Gas verbraucht wird, lässt der Syphon e kein Wasser mehr hinzu, sondern dasselbe wird bei steigendem Druck zurückgedrängt, bis die Bogentiefe des Syphons erreicht ist. Bei fortschreitendem Gasverbrauch kommen die einzelnen Abteilungen nach und nach in Betrieb, der Wasserbehälter entleert sich und man erkennt an den trüber brennenden Flammen den Verbrauch des Karbids.

Fig. 32 stellt einen Acetylenentwickler von *Heinrich Held* in Waiblingen in Württemberg (D. R. G. M. 105997) dar. a ist der Gasbehälter, b der Wasserbehälter, in welchem sich mehrere Patronen für das Calciumkarbid befinden. Letztere werden je nach dem Steigen und Sinken des Gasbehälters a mittels einer Klinke d nacheinander ausgelöst und das Karbid in das Wasser befördert. Durch die Oeffnung f werden die Rückstände aus dem Behälter b entfernt. (Fortsetzung folgt.)

Kleinere Mitteilungen.

Schiffe in Form einer Schraube.

Das von dem amerikanischen Ingenieur *James Gresham* erfundene Schiff, welches in Fig. 1 im Quer- und Längsschnitte dargestellt erscheint, das erste in dieser Art gebaute Schiff, ein Modellschiff von 17 m Länge, ist gegenwärtig im Bau begriffen und soll, wie wir der Zeitschrift „*Die Reform*“ entnehmen, seine erste Probefahrt noch in diesem Sommer machen; gegenwärtig ist es auf der Werfte zu Newport-News ein Gegenstand des Erstaunens für alle, die es besichtigen dürfen.

Das Schiff besteht im wesentlichsten aus zwei Teilen, dem äusseren, durch die Maschinen in schnelle Rotationsbewegung

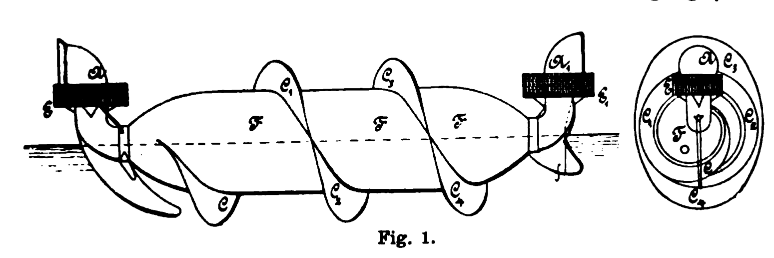


Fig. 1.

versetzten Cylinder F, der mit den Schraubenwindungen C—C_4 versehen ist und sich somit bei seiner Bewegung seinen Weg durch das Wasser hindurchschraubt und dem inneren, in seiner Schwergewichtslage verharrenden Cylinder, in welchem sich die Wohnräume und Maschinen befinden und um den sich der äussere Cylinder dreht. Dieser Cylinder wird durch die Bewegung des äusseren in keiner Weise beeinflusst, auch die schnellste Rotation des äusseren Cylinders macht sich im inneren nicht bemerkbar.

Auf den ersten Blick könnte man vermuten, man habe es mit einer Art von submarinen Booten zu thun. Das Vorder- und Hinterteil des Schiffes sind grosse Stahltürme $A\, A_1$, in welche die Brücken führen, auf denen man das Schiff betreten oder verlassen kann. Um die oberen Teile dieser Räume ziehen sich vorn und hinten Plattformen $E\, E_1$, auf denen die Passagiere wie auf einem Deck spazieren gehen können, während die Bemannung den Dienst versieht. In dem Hinterturm befindet sich das Lotsenrad mit Mastkorb, von dem aus die Fahrt des Schiffes überwacht wird. In dem Vorderturm ist der Platz für den Auslug. Im rückwärtigen Teile bei den Maschinen liegen die Kabinen und die Salons.

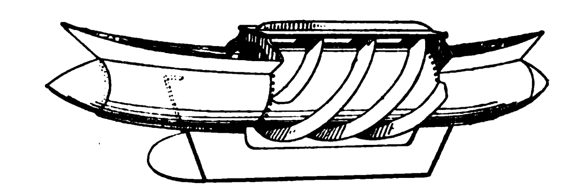
Die *Gresham*-Schiffe sollen ausser der Bemannung nur Passagiere und Depeschen befördern. Sie sollen auf dem Seewege das sein, was die Expressgüterzüge auf der Eisenbahn sind, doch dafür alle Bequemlichkeiten der Neuzeit aufzuweisen haben: elektrisches Licht, elektrische Klingeln, elektrische Signale, die die verschiedenen Teile des Fahrzeuges sofort mit einander in Verbindung bringen.

Wenn das Experiment mit dem ersten Schiffe — wie der Erfinder als sicher voraussetzt — gelingt, so wird man sofort den Bau eines Schiffes von 200 Fuss (61 m) Länge in Angriff nehmen, das die Ueberfahrt durch den Atlantischen Ozean machen soll. Der Erfinder ist überzeugt, dass die motorische Kraft seines Schiffes ebenso überraschen wird, wie seine Konstruktion. Der Motor wird von chemischen Mitteln in Bewegung gesetzt, welche — und das ist das grosse Geheimnis der Erfindung — die Unterbringung des Brennmaterials auf einem ganz beschränkten Raum ermöglichen.

Der Erfinder glaubt, dass sein Schiff bis 100 Knoten Geschwindigkeit in der Stunde erreichen könnte.

Das *Gresham*'sche Schraubenschiff hat nun sehr bald Nachbildung gefunden. Die mannigfachsten Vorschläge, wie die Schnelligkeit der Schiffe gesteigert werden könnte, sind mit einemmal wieder aufgetaucht. Ein von dem Kanadier *Knapp* erfundenes Rollboot hat, schon seiner eigenartigen Form wegen, eine Zeit hindurch Interesse erregt. Es handelte sich um ein grosses cylinderförmiges Schiff, dessen Fortbewegung im rechten Winkel zu seiner Längsachse erfolgen sollte und das etwa in derselben Weise über die Wogen gerollt wurde, wie eine Tonne über die Strasse. Obgleich der genannte Erfinder prophezeite, dass binnen kurzem Passagier wie Fracht von New-York nach Queenstown und Liverpool „gerollt“ werden würden, ist das Rollschiff auf mehr oder weniger geschützte Wässer beschränkt geblieben.

Inzwischen ist nun — gleichfalls in Kanada — eine neue, nicht minder eigenartige Bootkonstruktion ausgeführt worden, die nach *Scientific American* die in Fig. 2 wiedergegebene Form besitzt. Das Schiff besteht, wie *Uhland's Wochenschrift* nach dieser Quelle berichtet, aus einem zigarrenförmigen, stählernen Rumpf, der auf etwa ein Drittel seiner Länge von einem äusseren sich drehenden Cylinder umschlossen wird. Der zigarrenförmige Teil des Schiffes enthält die Maschine zur Erzeugung der treibenden Kraft und Raum für die Schiffsmannschaft; der äussere Cylinder, der als Propeller dient, ist mit vorspringenden Metallplatten versehen, die, wie die Abbildungen zeigen, in Schneckenlinie um ihn herumgeführt sind. Der äussere Cylinder dreht sich auf dem inneren Cylinder, wobei die Reibung zwischen beiden



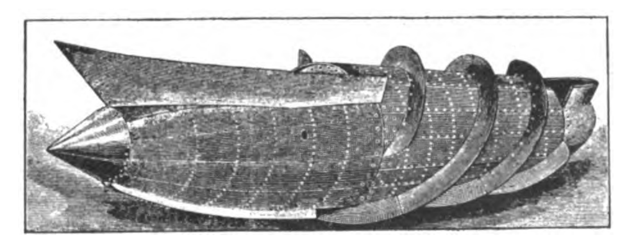


Fig. 2.

durch Anwendung sorgfältig konstruierter Kugellager möglichst verringert wird. Der äussere Cylinder wird durch ein 30 cm im Durchmesser haltendes Triebrad in Bewegung gesetzt, welches in einem wasserdichten Gehäuse arbeitet und mit einer umlaufenden, auf der inneren Seite des äusseren Cylinders befindlichen Zahnstange in Eingriff steht. Das Schiff erhält seine motorische Kraft durch eine 4 PS-Gasolinmaschine. Um jede rotierende Bewegung des inneren Cylinders zu verhindern, ist



er mit einem etwa 30 cm tiefen Kiel versehen. Bei der geringen Tiefe des Kiels und seinem Gewichte von nur 120 engl. Pfund wird es vielleicht Schwierigkeit bereiten, das Schiff auf ebenem Kiele zu erhalten, und dürfte es bei der Zigarrenform des Fahrzeugs angebracht erscheinen, den sogen. Bulbkiel der Rennjachten bei demselben zu verwenden. Ausser den Aufenthaltsräumen im Inneren des Schiffsrumpfes ist an jedem Ende des Schiffes ein Deck vorhanden, das durch ausfallende Sülls gegen überschlagende Wellen geschützt ist; die Verbindung zwischen den beiden Decks wird durch eine Brücke über dem sich drehenden Cylinder hergestellt.

Der Erbauer dieses Schiffes, welches gegenwärtig zu Probefahrten benutzt wird, ist *Walter Dean* in Toronto, Kanada.

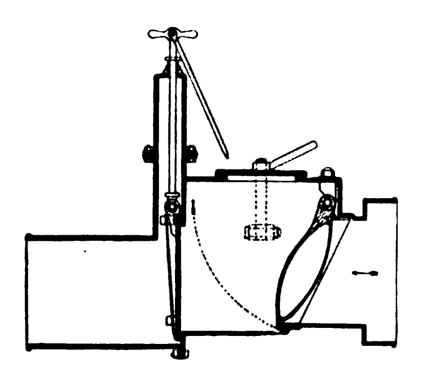
Wie ein Vergleich mit dem *Gresham*'schen Schiffe lehrt, beruhen beide Erfindungen auf demselben Prinzipe — einer in der Richtung der Längsachse rotierenden Schraube.

Selbstthätiges Rückstauventil kombiniert mit Absperrschieber für Abwässerkanäle.

Einer der folgenschwersten Uebelstände, welcher sich sowohl bei älteren, wie bei fast allen erst in neuerer Zeit angelegten Kanalisationen zeigt, ist der Mangel einer geeigneten, absolut sicheren Absperrvorrichtung gegen den Rücktritt der Abwässer aus den Strassenkanälen in die tiefliegenden Räume der Häuser, bei eintretender grosser Inanspruchnahme der Kanäle. Der Uebelstand tritt hauptsächlich zu Tage bei plötzlich eintretenden starken Regengüssen, Hochwasser u. s. w.

Um demselben zu begegnen, baute man früher vielfach feste Abschlussschieber mit Spindel in die Leitungen ein, doch stellte sich bald heraus, dass das Wasser sehr häufig so unerwartet und plötzlich kam, dass, wenn der Schieber geschlossen werden sollte, die Kellerräume längst überflutet waren, auch funktionierte der schwere eiserne Schieber zu schwerfällig und auch nicht immer sicher, weil er einrostete und weil die Nute, in welcher der Schieber geht, sehr bald vollständig versandete.

Alsdann schaltete man eiserne Klappen in die Hauskanäle ein, welche sich durch den Gegendruck des Stauwassers selbstthätig schliessen sollten, doch erwiesen sich auch diese nicht nur als völlig unzuverlässig und undicht, sondern sie bildeten geradezu eine Gefährdung für den Hauskanal, indem sie Papier und feste Bestandteile wegen ihrer Schwere oder durch Festrosten zurückhielten und so zu Verstopfung und Reparaturen



führten. Mit Klappen aus anderen Metallen (Messing, Aluminium u. s. w.), welche nicht rosten, hat man keine besseren Erfahrungen gemacht.

Eine selbstthätige Klappe, welche sich bisher als gut und sicher funktionierend bewährt hat, ist die unter D. R. P. Nr. 71776 stehende *Behn*'sche Schwimmklappe (durch *H. Feldtmann* in Hamburg vertrieben).

Dieselbe ist aus Hartgummi, innen hohl und an der unteren Seite gewölbt, so dass sie den Abfluss von Papier und sonstigen Bestandteilen in keiner Weise gefährdet. Die Dichtung derselben erfolgt durch den einvulkanisierten Rand der Klappen aus Para-Weichgummi gegen einen genau abgedrehten Messingring als Ventilsitz. Falls also bei dieser Klappe nicht durch Dazwischentreten anderer fester Körper die Funktion gehindert oder gestört wird, schliesst dieselbe absolut dicht.

Eine Verbesserung dieses Ventils gegenüber der früheren Ausführung (s. *D. p. J.* 1897 * **306** 80) besteht darin, dass dem selbstthätigen Ventil ein von Hand zu stellender Absperrschieber angefügt wurde.

Vorstehende Zeichnung zeigt beide Teile kombiniert in einem Rohre angebracht. Der Absperrschieber, von konischer Form und in vier Führungen laufend, ist sehr leicht und schnell von Hand zu schliessen, weil seine Konstruktion ausserordentlich einfach ist. Die Dichtung desselben erfolgt durch konisch eingelassene Dreikantgummileisten gegen die emaillierte Wand. Ein geringer Druck von oben schliesst den Schieber hermetisch ab. Das ganze Rohr ist innen emailliert, hat ausser der Hartgummiplatte, welche gegen jeden Einfluss des Kanalinhaltes wie auch gegen heisse Dämpfe immun ist, nur Messingarmatur; Festsetzen durch Einrosten ist daher ausgeschlossen. Die Zugstange ist auch aus Messing.

Ein Verschlammen oder Versanden des Ventiles ist nicht zu befürchten, weil dasselbe zwei Zwischengefälle hat, ausserdem aber auch in geneigter Richtung eingebaut werden kann.

Rauchloses Feuerungsmaterial.

In England wird, wie wir den Technischen Blättern des deutschen polytechnischen Vereins in Böhmen entnehmen, in neuester Zeit ein Produkt in Vertrieb gesetzt, das aus 93 % Steinkohlenstaub und 7 % eines Gemenges von Holzteer und Aetzkalk bestehen soll und zu bestimmten Heizanlagen, die keinen Rauch entwickeln sollen, verwendet wird. Die Engländer nennen es *rauchlose Kohle*. Im weichen Zustande geknetet und sodann in Formen gebracht, in denen es erhärtet, kommt es in zweifacher Form in den Handel: 1. für industrielle Zwecke als durchlochte Briketts (10 Pfund schwer); 2. für häusliche Zwecke als linsenförmiger Kuchen (140 Stück auf 100 Pfund). Die Briketts haben in London heute den Preis von 21 Shillings per Tonne; dieser Preis muss bedeutend herabgemindert werden, falls eine grössere Einbürgerung ermöglicht werden soll. Die kommissionellen Versuche zeigten, dass dieses Material auf gewöhnlichen Rosten, als auch auf offenen Kohlenbecken *fast rauchlos* verbrennt. Der Brand gleicht einem Koksfeuer von ausserordentlich lebhaftem Glanze, aus dem lange weisse und blaue Flammen emporzüngeln. Die entwickelte Hitze ist intensiv; 1 Pfund dieses Materials (450 g) soll 14 Pfund Wasser verdampfen. Die Rückstände, Asche u. s. w. betragen 3 %.

Bücherschau.

Linienführung der Eisenbahnen und sonstigen Verkehrswege von *Franz Kreuter*, ordentl. Professor der Ingenieurwissenschaften an der königl. Bayerischen Technischen Hochschule in München. Wiesbaden 1900. C. W. Kreidel's Verlag. Preis 7,50 M.

Dieses mit 80 Abbildungen ausgestattete und — um es kurz zu sagen — *vorzügliche* Werk enthält auf 204 Druckseiten alles, was die Wesenheit des durch den Titel gekennzeichneten Ingenieurgebietes bildet und noch eine Menge des trefflichsten Zubehörs mehr. Das Buch verdient daher seines nebst dem Grundsätzlichen einen Schatz von praktischen Erfahrungen umfassenden, ebenso reichen als gediegenen Inhaltes willen jedem Tracierungsingenieur, namentlich aber jenen *Eisenbahnbauingenieuren*, welche selbstthätig zu arbeiten haben oder an leitenden Stellen stehen, als wertvoller Belehrungs- und Nachschlagebehelf wärmstens empfohlen zu werden. Es erübrigt nur noch, rühmend hervorzuheben, dass sich der Autor bei Behandlung seines Stoffes — was das Sachliche anbelangt — von jedem beengenden Partikularismus freizuhalten verstanden hat. Im Sprachlichen gilt dies allerdings nicht, denn die älteren, hergebrachten Fachausdrücke sind bereits durch neue ersetzt oder mindestens in die Klammer verbannt, ein Umstand, der allerdings vielfach als ein weiterer Vorzug des Buches angesehen werden wird. Ob aber diese jetzt in der technischen Litteratur so eifrig betriebene Ausmerzung des in Fleisch und Blut übergegangenen fachlichen Sprachgebrauches wirklich einen Vorteil für die betreffenden Litteraturen bedeute, muss mindestens von denjenigen angezweifelt werden, die, wie der Schreiber dieser Zeilen, Gelegenheit haben zu beobachten, wie ungern sich Leser mit einem technischen Buche beschäftigen, das ihnen ungeläufige Benennungen und Ausdrücke benutzt. Zu solchen Lesern zählen so ziemlich alle der älteren Schule angehörigen Fachgenossen, die — nebenbei bemerkt — den bücherkaufenden Hauptteil bilden, dann alle Interessenten unter den vielen Millionen Deutschen, welche in Oesterreich-Ungarn, in der Schweiz, in Russland, in Amerika, in den Kolonien u. s. w. wohnen und sich ihren fachlitterarischen Bedarf aus dem Mutterlande decken. Folgedessen besitzt also der gedachte sprachliche Partikularismus die ausgesprochene Eignung, nicht nur den buchhändlerischen Erfolgen, sondern — was mehr sagen will — dem Einflusse unserer Litteratur im Auslande Abbruch zu leisten, abgesehen von der Einbusse bezw. Erschwerung, die sie dabei hinsichtlich der Uebertragung in fremde Sprachen erleidet. *L. K.*

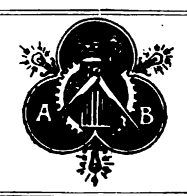
Arnold Bergsträsser Verlagsbuchhandlung (A. Kröner) Stuttgart.
Druck der Union Deutsche Verlagsgesellschaft ebendaselbst.



DINGLERS
POLYTECHNISCHES JOURNAL.

81. Jahrg., Bd. 315, Heft 27. Stuttgart, 7. Juli 1900.

Jährlich 52 Hefte in Quart. **Abonnementspreis** vierteljährlich 6 M., direkt franko unter Kreuzband für Deutschland und Oesterreich 6 M. 65 Pf., für das Ausland 7 M. 30 Pf. Redaktionelle Sendungen und Mitteilungen bittet man zu richten: An die Redaktion von „Dinglers Polytechn. Journal" in Stuttgart, die Expedition betreffende Schreiben an Arnold Bergsträsser Verlagsbuchhandlung (A. Kröner) Stuttgart.



Zur philosophischen Begründung der Technik.

Von Ingenieur **P. K. von Engelmeyer**, Moskau.

(Fortsetzung von S. 373 d. Bd.)

Der Mensch in der Gesellschaft.

Der letzte Aufsatz S. 373 d. Bd. war dem gesellschaftlichen Menschen in der Natur gewidmet. Nun gilt es, die Grenze noch enger zu ziehen. Die Gesellschaft bildet die nächste Umgebung des Individuums. Zwischen Individuum und Gesellschaft besteht eine Wechselwirkung, in der wir die beiden Seiten wieder erkennen: die Einwirkung der Gesellschaft auf das Individuum und diejenige des Individuums auf die Gesellschaft. Uns interessiert mehr die zweite. Sie fängt schon dort an, wo ein Mensch auf einen anderen einwirkt, sei es auf Freund, Schüler, Leser, Kind u. dgl. Die Beherrschung der Masse durch den Demagogen ist nur ein Einzelfall dieser Einwirkung.

Vor allem ist es klar, dass das Individuum nur seinen eigenen Trieben folgt. Diese heissen altruistisch oder egoistisch, je nachdem sie der Gesellschaft nützlich oder schädlich sind. Denn auch die altruistischen Triebe, die der Mensch verfolgt, sie sind ebensowohl seine eigenen, wie die egoistischen. Es ist ja nichts als eine Redensart, zu sagen: es habe einer seinen Vorteil dem der Gesellschaft aufgeopfert; denn psychologisch heisst es: der Vorteil der Gesellschaft ist ihm teuerer geworden. Der Mensch ist von Hause aus ζῶον πολιτικόν; d. h. ihm sind auch solche Triebe eigen, die das Wohl der Gesellschaft begründen.

Auf dieser Thatsache hat sich der Utilitarismus als ethisches System ausgebildet. Die Begründer dieses Systems, von *Epikur* bis auf *Bentam* und *J. St. Mill* sehen keinen wesentlichen Unterschied zwischen Gut und Nützlich. Was der Gesellschaft nützlich, sei gut. Das Individuum sieht seinen persönlichen Nutzen mit dem der Gesellschaft derart verflochten, dass ihm das Wohl der Gesellschaft als eine Bedingung entgegensteht, um sein eigenes Wohlsein zu begründen. Es ist nicht unsere Aufgabe, in den Utilitarismus weiter einzudringen. Derselbe interessiert uns nur, insofern er die egoistischen Triebe mit den altruistischen in engste Beziehung stellt, und von Gut zu Nützlich eine Brücke schlägt, so dass es den Anschein nimmt, als könnte man aus Gut und Nützlich nur eine Kategorie machen, indem man sagt: der Begriff des Guten ist dem des Nützlichen untergeordnet. Denkt man sich ein menschliches Individuum einsam auf Erden, so existiert für ihn noch kein Gut und Bös, sondern nur Nutzen und Schaden. Er kann sich weder Gutes noch Böses anthun: er kann sich eventuell nur nützen oder schaden. Gut und Bös treten erst in der Gesellschaft ein.

Wir überlassen den Philosophen die Entscheidung, inwiefern die Subsumierung des Guten unter das Nützliche richtig und praktisch wäre. Doch merkwürdig scheint uns, wie nah der allgemeine Sprachgebrauch in den meisten Kultursprachen das Gute mit dem Nützlichen zusammenhält. Alles Gute ist christlich dogmatisiert als der Seele nützlich. Umgekehrt bezeichnet die gemeine Habsucht mit Gut das rein nützliche sachliche Eigentum. Und die Wörter: Wohl, Wohlsein, Wohlbefinden fassen das Gute wie das Nützliche derart zusammen, dass man sich versucht fühlt, anstatt unserer Tetrade: Gut, Wahr, Schön, Nützlich, die Triade: Wohl, Wahr, Schön anzunehmen. Wir bleiben indessen bei der Tetrade und gehen weiter. Indem nun das Individuum seinen eigenen Trieben folgt, begründet es sein Wohlsein und baut die Gesellschaft auf. Mag das Individuum noch so sehr der Ueberzeugung hingegeben sein, dass das gesellschaftliche Wohl sein persönliches begünstigt, so wird es doch wohl kaum je dazu kommen, dass im Individuum selber der Kampf aufhört, den zur Zeit die egoistischen Triebe mit den altruistischen stetig führen. Die Freiheit wird wohl immer durch die Einschränkung erreicht werden müssen. Das innere Normativ dieser Einschränkung heisst Gut, das äussere heisst Sitte und Recht.

Wir Techniker denken gern mechanistisch. Es sei uns dies vergolten. Ich habe neulich in der Kinderstube ein mechanisches Bild der Gesellschaft gesehen, als die Kinder Seifenblasen machten. Die einzelne Seifenblase ist das Sinnbild des Individuums. Alle Seifenblasen sind einander ähnlich, doch gleicht keine der anderen: Grösse und Farbenspiel sind verschieden. Die eine wächst rascher, die andere langsamer. Ist sie mit schwerem Rauch gefüllt, so ist sie trüb und sinkt zu Boden und platzt, sobald sie ihr triviales Unten erreicht. Wird sie mit Leuchtgas gefüllt, so strebt sie dem Himmel zu, doch kann sie ihn nicht erreichen; auch sie platzt und kommt nimmer wieder. Mit dem Hauche des lebenden Menschen erfüllt, lebt die Blase länger und schwebt im Raume, ihrer Natur und den Strömungen der Umgebung frei gehorchend, und die ihr geeignete kugelrunde Form behauptend.

Die frei schwebende Seifenblase versinnlicht für mich den Menschen in der Natur. Das Sinnbild der Gesellschaft sah ich, als das Kind in das Seifenwasser anhaltend blies. Es entstand ein Schaum. Die schöne Kugelform, die der Blase eigen war, so lange sie allein existierte, hatte sich wesentlich verändert: nur an der Oberfläche der Gesellschaft, dort, wo die Blasen die umgebende Natur berührten, sah man noch sphärische Formen; im Inneren aber waren die Blasen zu Polyedern zusammengedrängt. Befreite man eine der Bedrängten, so erhielt sie sofort die ihr „geeignete" Form; doch war sie nicht mehr so langwährend, wie im Schosse der Gesellschaft. Bedrängt durch die anderen, ist sie aber auch dadurch geschützt.

Obwohl der Schaum sichtbar aus einzelnen Blasen besteht, so bildet er doch ein selbständiges Ganzes, das an Zähigkeit und Lebensdauer die einzelnen Blasen weit übertrifft. So ist die egoistisch-sphärische Form der Blase eng verknüpft mit einer kurzen und unsicheren Existenz, wogegen die polyedrische gesellschaftliche Form der Blase eine bessere Existenz sichert. Darum fügt sich jede Schaumblase der gesellschaftlichen Eingrenzung mit mechanischer Notwendigkeit ein. Und dennoch sind sie alle Konkurrenten auf den Raum. Sie behaupten ihren Besitz proportional

ihrer inneren Kraft. Bläst das Kind anhaltend in eine Blase hinein, so macht sie sich gross und drückt die anderen nieder, und hebt sich über dieselben empor und erreicht ihre egoistische Form. Fällt dagegen die Kraft derselben (etwa durch Offenhalten des Strohhalmes), so sinkt sie, von den anderen niedergedrückt, und schrumpft zusammen bis zur vollen Vernichtung.

Ebenso das Individuum. Nur gegenüber der menschenlosen Natur kann es ungebändigt seinen egoistischen Trieben Folge leisten. In der Gesellschaft sind ihm durch Sitte und Recht Schranken gezogen, die ihn zwar bedrängen, doch aber seine Existenz gesellschaftlich sichern. Es muss nur trachten, seine innere Kraft nicht zu verlieren, um dem Drucke seiner Genossen nicht zu unterliegen. Denn sein Besitztum behauptet es nur mit seiner Kraft, die es verdankt der Geburt, der Bildung, dem Fleisse, dem Talente und dem Glück.

Das Schaumbild der Gesellschaft lässt uns indessen in einer Beziehung im Stich: im Schaume sehen wir kein Seitenstück der technologischen Wirkung eines Individuums auf das andere und auf die Gesellschaft, die doch im Menschenleben thatsächlich existiert, indem sie jene Erscheinungen ins Leben ruft, die man nennt: Erziehung und Unterricht, Gesundheits- und Rechtspflege, Verwaltung und Waffenstreit, Gesetzgebung, Politik u. s. w. Der Mensch verrichtet gesellschaftliche Thaten, indem er auf seinesgleichen zielbewusst und zweckmässig einwirkt, und so die äusseren gesellschaftlichen Verhältnisse seinen inneren anpasst. Seinem Wollen stellt sich ein Wissen und ein Können zur Seite.

Fassen wir nun das Gesagte kurz zusammen. Des Menschen Thätigkeit hat zwei Richtungen: einmal werden die inneren (subjektiven) Verhältnisse an die äusseren (objektiven) angepasst, ein anderes Mal ist es umgekehrt. Die Biologie hat nur die erste Hälfte untersucht und dieselbe als Evolutionsprinzip ausgedrückt. Die zweite Hälfte, die objektivierende Thätigkeit, hat für das Menschenleben eine insofern grössere Bedeutung, als sie den Menschen über die Natur und die Tierwelt erhebt. Sie kann nicht mehr rein biologisch ergründet werden: Psychologie und Soziologie, in ihren tiefsten und neuesten Zweigen, müssen herangezogen werden.

Die objektivierende Thätigkeit nennen wir kurzum Thätigkeit, dem üblichen Sprachgebrauch uns fügend. Sie bildet den Gegenstand unserer Untersuchung. Um uns in diesem unermesslichen Felde einigermassen zu orientieren, haben wir es in vier Fächer eingeteilt, je nach den Grundtrieben des Menschen, die sein Handeln auf das Gute, das Wahre, das Schöne und das Nützliche hinrichten. Vorläufig nur die typischen Fälle in Betracht ziehend, lassen wir die Wechselwirkung dieser Grundtriebe aufeinander bei Seite.

Wir wissen ferner, dass jede That durch drei Elemente bestimmt ist: durch Wollen, Wissen und Können. Das Wollen bestimmt die That teleologisch, das Wissen — logisch, das Können — sachlich. Das Wollen gibt die Zwecke, Wissen und Können geben die Mittel. Intuitiv entstehen in uns die Vorstellungen der Zwecke und auch der Mittel.

In seiner Thätigkeit übt der Mensch Einwirkung aus auf die Natur, oder auf seinesgleichen. Da aber die egoistischen wie die altruistischen Triebe dem Individuum eigen sind, ist für uns dieser Unterschied nicht von Belang.

Jede That ein Dreiakt.

Jetzt gilt es, in der nach Gut, Wahr, Schön und Nützlich zergliederten Thätigkeit überall das Vorhandensein der drei Elemente — Wollen, Wissen, Können — nachzuweisen.

Wir beginnen mit der nützlichen That, als Technik betrachtet, weil der Dreiakt in der Technik bereits eingehend besprochen worden war (vgl. *D. p. J.* 1899 **312** 130, 145 ff., **313** 17 ff., 65 ff.). Man wird mir vielleicht entgegenhalten, dass dort nur von Erfindung die Rede war. Dieser Einwand kann indes nur seitens eines Nichttechnikers geltend gemacht werden, weil der Techniker weiss, dass seine ganze Thätigkeit ihren Ursprung in der schöpferischen Kraft hat, d. h. in der Fähigkeit, vom vorgesteckten Ziele zu dessen Ausführung überzugehen, was ich übrigens schon früher betont habe (*D. p. J.* 1899 **313** 81).

Es gibt eine Reihe Künste, welche einen allmählichen Uebergang von der Technik zu der schönen Kunst bilden. Die wollen wir uns nun ansehen.

Was der Techniker gegenüber der Natur, ist der Arzt gegenüber dem menschlichen Organismus. Dieser Unterschied ist oben betont worden. Der Arzt bildet sich ein spezielles Wissen und Können, wie es sein Objekt erheischt. Was heisst Therapie? Der Arzt untersucht den Kranken, um sich eine Vorstellung von dem zu gewinnen, worauf seine Kurtechnik zu richten wäre. Die Diagnose ist der erste Akt der Therapie, sie gibt dem Arzte intuitiv die Intention, die Verkörperung seines Wollens. Eine richtige Diagnose aufzustellen, ist eine Kunst für sich, die auf einer speziellen Erschauungsgabe beruht. Das Wissen und Können der Therapeuten bedingen den zweiten und den dritten Akt seiner That, oder auch dasjenige, was man seine Methode nennt. Im dritten Akte, in der leiblichen Anwendung der Heilmittel, stehen ihm gewöhnlich Gehilfen zur Seite, welche das Können sich noch besser wie der Arzt selbst angeeignet haben. Vom Chirurgen lässt sich genau dasselbe sagen.

Auch in der Thätigkeit des Schneiders, der nicht bloss Handwerker ist, lassen sich die drei Elemente erkennen. Als Beispiel nehmen wir den weltberühmten Pariser Schneider *Word*, den *Em. Zola* in seinem Romane „La Curée“ unter dem Namen *Worms* dargestellt. Er war ein schaffender Schneider. Sobald sich eine Dame an ihn wendete, strengte er sein Schaffungsvermögen an, um eine Intention zu erfassen (erster Akt). Zuweilen vermochte er dies nicht und rief mit Verzweiflung aus: „Heute kann ich nicht, ich fühle sie nicht“. Der zweite Akt wird in einem jeden grösseren Schneidergeschäft durch einen Zuschneider verrichtet. Den dritten besorgen die Näherinnen.

Der gemeine Handwerker steigt wohl nicht über das Können hinaus. In jeder Zunft findet man jedoch Menschen, die höher stehen, und nicht bloss fertige Muster routinenmässig nachbilden, denen somit ein gewisses Wissen und ein Wollen zugesprochen werden muss. Die schaffende Thätigkeit solcher Meister ist ein leicht erkennbarer Dreiakt.

Zu der Architektur übergehend, bemerken wir vor allem, dass die Architekten in zwei Gruppen zerfallen, von denen die eine sich auf die Bauart, die andere auf die Verzierung (Stil) spezialisiert hat. Die Thätigkeit des Bauarchitekten ist diejenige des Bautechnikers, und als solche ein Dreiakt. Sie braucht uns nicht aufzuhalten. Und die Thätigkeit des Stilarchitekten unterscheidet sich nicht wesentlich von der des bildenden Künstlers, zu der wir nun übergehen.

Also die schöne Kunst! Sie ist ein Sammelname für eine lange Reihe von Thätigkeiten, die unser irdisches Dasein verschönern. Die Psychologen und die Aesthetiker haben sich mehrfach mit dem Schaffen des Künstlers beschäftigt. So verschieden ihre Ansichten auch sind, so stimmen sie doch alle darin überein, dass der Künstler eine Intention konzipiert, und derselben einen sachlichen Ausdruck verleiht, indem er Töne, Farben und Formen zweckmässig aneinander reiht. Dies genügt uns vollkommen. Der Dreiakt ist schon da: die Intention ist das intuitive Ergebnis des ersten Aktes; sie schwebt dem Willen vor als ein zu erreichendes Ziel, als ein Zweck, zu dem die Mittel das Fachwissen und das Können darbieten. Diese Thatsache wollen wir gleich im einzelnen verfolgen, mit dem Maler anfangend.

Goethe meint: „Je grösser das Talent, je entschiedener bildet sich gleich anfangs das zu reproduzierende Bild. Man sehe Zeichnungen von *Raphael* und *Michel Angelo*, wo auf der Stelle ein strenger Umriss das, was dargestellt werden soll, vom Grunde loslöst und körperlich einfasst. Dagegen werden spätere, obgleich treffliche Künstler auf einer Art Tasten ertappt: es ist öfters, als wenn sie erst durch leichte, aber gleichgültige Züge aufs Papier ein Element erschaffen wollen, woraus nachher Kopf und Haar, Gestalt und Gewand und was sonst noch wie aus dem Ei das Hühnchen sich bilden solle.“ *Goethe* mag



wohl darin recht haben, dass die Grösse des Talents umgekehrt proportional sei mit der Zeitdauer des ersten Aktes; aber sein Beispiel ist für diese Behauptung nicht beweiskräftig, denn er besagt nur das Eine, dass namentlich *Raphael* und *Michel Angelo* den Bleistift erst dann ergriffen, wenn der erste Akt zum Abschluss gelangt, wogegen andere etwas früher. Weiter nichts. Dass sich die letzteren eines Missgriffes schuldig machen, geben wir um so williger zu, als dies auch beim technischen Erfinder ein Fehler ist (vgl. *D. p. J.* 1899 **312** 145). Aber folgende Aussage *Goethe*'s ist ungemein aufklärend: „So kam *Shakespeare* der erste Gedanke zu seinem Hamlet, wo sich ihm der Geist des Ganzen als unerwarteter Eindruck vor die Seele stellte, und er die einzelnen Situationen, Charaktere und Ausgang des Ganzen in erhöhter Stimmung übersah, als reines Geschenk von oben, worauf er keinen unmittelbaren Einfluss gehabt hatte, obgleich die Möglichkeit, ein solches Aperçu zu haben, immer einen Geist wie den seinigen voraussetzte. Die spätere Ausführung der einzelnen Scenen aber, und der Wechsel in den Personen hatte er vollkommen in seiner Gewalt, so dass er sie täglich und stündlich machen und daran wochenlang fortarbeiten konnte, wie es ihm nur beliebte." Es ist kaum möglich, den Grenzpfosten zwischen dem ersten und dem zweiten Akte deutlicher aufzustellen, als dies *Goethe* thut! Der erste Akt hat die Idee des Ganzen ergeben, die wesentlichsten Situationen und Charaktere. Und das ist Sache gewesen der Intuition, der reinen Erschauung. Das Wollen hat nun fungiert, die Intention ist da; jetzt bleibt nur die besonnene Bearbeitung des zweiten Aktes und das gewandte Machen des dritten übrig.

Der zweite Akt des schaffenden Künstlers ergibt Cartons, Wachs-, Thon- und Gipsmodelle; beim Drama entsteht das Scenarium. Der dritte Akt besteht in dem, was *Feuerbach* „das Machen auf der Leinewand" nannte, d. i. die sogen. Technik des Künstlers. Der zweite Akt erheischt beim Künstler das Kennen jener Welt, die er darstellt. Eine Vorkenntnis ist schon im ersten Akte unentbehrlich, um eine ausführbare und wirksame Intention zu erlangen. Im zweiten Akte genügt ein solches Wissen nicht mehr: hier treten in Scene die wirklich existierenden Triebe und Sitten, der Künstler muss mit dem alltäglichen Leben seiner Personen vertraut sein. Nicht selten muss er sich dem fügen, was Naturkunde, Geschichte, Ethnographie und sonstige Wissenschaften als fest ergeben haben. Beherrscht er das nötige Fachwissen noch nicht, so sammelt er sich in seine Studie (wie bezeichnend dieser Name!) die nötigen Gegenstände, oder er begibt sich an Ort und Stelle, wie dies z. B. *Em. Zola* regelmässig thut.

Keinen wesentlichen Unterschied sehen wir in dem Schaffen des musikalischen Komponisten. Was der erste Akt ergibt, davon geben uns *Beethoven*'s Skizzenbücher reichlichen Beleg: Ein grösseres Werk wird in seinen wesentlichsten Zügen angedeutet. Im zweiten Akte tritt die musikalische Wissenschaft auf: Harmonie, Kontrapunkt, Formenlehre, musikalische Aesthetik. Ein Orchesterwerk wird als Ganzes aufs Partiturpapier entworfen, vorläufig nur die hervortretenden Stimmen. Das Ausfüllen der Partitur und die endgültige Feile sind Sache des dritten Aktes.

Wenn der Künstler im zweiten Akte kein Denker, im dritten kein Handwerker zu sein vermag, wenn er den Mangel seines Wissens und Könnens durch Intuition ersetzen will, so bringt er ein Dilettantenstück hervor. Wenn er den Mangel an Intuition durch Vielwissen ersetzen will, bringt er höchstens ein Ding zusammen, das vielleicht den Historiker oder sonstigen Denker interessiert. Will er mit seiner Gewandtheit allein auskommen, so gibt er ein Machwerk, ein Modenwerk, wo alles anständig, zierlich und manierlich glatt abläuft, und der Schlaflosigkeit die beste Abhilfe darbietet. Ein Kunstwerk, welches das Gemüt bewegt, dem Verstande Arbeit gibt und den Geschmack befriedigt, entsteht nur da, wo Wollen (Intuition), Wissen und Können selbständig und gemeinschaftlich fungieren.

Wenden wir uns zu den ausübenden Künstlern: zu dem Lektor, Schauspieler, Musikvirtuosen, so ist auch in ihrer Thätigkeit der Dreiakt unverkennbar. Schwarz auf weiss liegt ein Gedicht, ein Drama, ein Musikstück. Aber das ist nur eine hohle Form. Will der Vortragende den blutwarmen Inhalt hineinthun, so muss er sich die Idee des Charakters persönlich erschaffen, was nur auf Grund einer tiefen Menschenkenntnis möglich ist, alsdann muss er sich Tracht, Minnen und Gebärden dementsprechend aneignen, und dies alles endlich geschickt in Erscheinung bringen. Schaffungskraft, Menschenkenntnis und scenische Routine machen erst zusammen den Tragiker. Aber auch der Musikvirtuose, wenn er nur auf Selbständigkeit Anspruch macht, kann nicht mit den Fingern allein auskommen: er muss die Befähigung zu persönlichen Intentionen haben.

So viel über die Kunst.

In der Wissenschaft lässt sich der Dreiakt ebenso leicht nachweisen. *Mach* hat unwiderleglich festgestellt und *Schanze* eingehend erörtert, dass der Werdegang der Entdeckung und der Erfindung derselbe ist. Als ein recht typisches Beispiel nehmen wir die Entdeckung der Gravitation. Bekanntlich hat uns *Voltaire* die Geschichte dieser Entdeckung hinterlassen. *Newton*'s Vorgänger (*Kepler* u. a.) hatten die Planetbewegungen mit drei Formeln beschrieben. *Newton* fand, dass sich die drei Formeln auf eine einzige zurückführen lassen, wenn man eine Anziehung zwischen Sonne und den Planeten annimmt, solch eine Anziehung, die den Massen direkt, den Entfernungen umgekehrt proportional wirkt. Der erste Akt war vollbracht, als sich *Newton* die Frage stellte: ob man nicht solch eine Anziehungskraft zwischen allen Himmelskörpern annehmen dürfte? So weit war es nur eine Hypothese. „Hypotheses non fingo" sagte sich *Newton* und schritt zum zweiten Akte, d. i. zur ziffermässigen Prüfung seiner Hypothese, indem er sie an die gut ausgemessene Bewegung des Mondes um die Erde anwendete. Die präzise Gradlänge war dazu notwendig. Als nun *Newton* diejenige Gradlänge annahm, die den Seeleuten seinerzeit für richtig galt, stimmten Hypothese und Rechnung nicht miteinander. Wäre *Newton* dann gestorben, wer weiss, wann wir das Gravitationsgesetz gehabt hätten! Glücklicherweise wurde bald die Gradlänge vom Franzosen *Piquard* richtiger ausgemessen, und so konnte *Newton* den Beweis erbringen. Im dritten Akte gab er dem Gravitationsgesetze die endgültige wörtliche mathematische Fassung. Nicht selten sieht sich der Forscher gezwungen, auf Grund des zweiten Aktes seine ursprüngliche Hypothese wesentlich umzuändern.

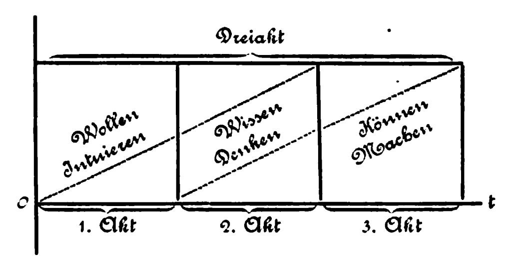
Es bleibt uns übrig, die gute That als Dreiakt darzulegen. Wir denken an *Moses*, *Christus*, *Mahomet* und *Luther* und besprechen aus nahe liegenden Gründen *Moses* allein. Beseelt mit dem bekannten israelitischen Rassenhang, stellte er sich die Aufgabe, sein Volk zu befreien (erster Akt). Alsdann begab er sich auf längere Zeit in die Wüste, um sich einen ausführlichen Plan der That auszuarbeiten (zweiter Akt). Das nötige Wissen hatte er schon anheim: am Königshof mustergültig gebildet, kannte er sehr gut den Charakter des Unterjochers. Auch die magischen Künste der ägyptischen Priester hatte er sich angeeignet und wusste, welch starken Eindruck sie auf die Zeitgenossen machten. Ferner wusste er ganz gut, was sein habsüchtiges und verknechtetes Volk in einer Idee vereinigen konnte. Er musste seinen Plan ins Detail durchdenken. Von beiden Seiten wird man allerhand Fragen aufwerfen; man muss sich vorbereiten. Alle Hindernisse muss man vorausgesehen haben. In sich fühlte aber *Moses* eine wichtige Lücke: den Mangel an Eloquenz. An diesem konnte der beste Plan scheitern. Darum verband er sich mit seinem Bruder *Aaron*, den er behufs grösserer Wirksamkeit das Amt des Gewissensbeherrschers bekleiden liess. So war denn endlich der Plan fertig, und *Moses* kehrte nach Aegypten zurück, um den dritten Akt, die sachliche Ausführung seiner That, zu vollbringen. Das war, wie überall, ein Machen, bei welchem Gewandtheit, Takt, List, überhaupt das Können in Scene traten.

So haben wir den Dreiakt in jeder That nachgewiesen, sei sie gerichtet auf das Gute, das Wahre, das Schöne oder auf das Nützliche.

Man wird mir vielleicht entgegenhalten: der Dreiakt gebe nur eine Zergliederung und keine Erklärung der objektivierenden Thätigkeit. Das thut mich gar nicht erschrecken. Die Psychologie ist noch so wenig in den

Schöpfungsprozess eingedrungen, dass ihr noch ein z. T. unbegrenztes Forschungsgebiet offen liegt. Welche Faktoren dabei auch ans Licht gefördert sein werden, wir werden schon aus dem Grunde von einer Verwirrung gesichert sein, weil jeder derselben sozusagen eine der drei Grundfärbungen beibehält, der des Wollens, des Wissens oder des Könnens. Den Nutzen einer solchen Gliederung begreifen wir auf Grund der modernen Farbenlehre, welche die chromatische Farbenleiter der Natur bloss aus drei Grundfarben faktisch zusammensetzt (man vergleiche die Farbenphotographie). Alle Farbenempfindungen erweisen sich als Funktion dreier Organe im Auge. Aus den Funktionen dieser drei Organe bauen wir uns die ganze Farbenwelt. In ähnlicher Weise führt die Theorie des Dreiaktes alle Erscheinungen der That (insbesondere der noch immer so dunklen schöpferischen That) auf die Funktion dreier Geisteskräfte zurück und aus deren Funktionen baut sie die Welt der künstlichen Erzeugnisse.

Noch eine Erläuterung! Wenn ich sage: Wollen, Wissen und Können treten auf als erster, zweiter und dritter Akt der schöpferischen That, oder der That als solchen, so meine ich damit nicht, als sollten sie getrennt nacheinander fungieren, etwa wie das Belichten, Entwickeln und Fixieren einer photographischen Platte. Ohne Vorwissen erlangt das Wollen nicht die Form eines konkreten Zweckes, und Wissen und Können sind nur da, um dem Zweck die Mittel darzubringen, und alle drei sind miteinander verknüpft. Streng genommen, kann nur von einem quantitativen Vorherrschen gesprochen werden. Dies quantitative Verhältnis versinnlicht das beistehende Diagramm. Im ersten Akte ist das Wollen vorwiegend. Im zweiten ist es das Wissen; aber das Wollen dauert fort und das Können tritt hinzu. Im dritten Akte gewinnt das Können



Oberhand; aber es fungiert in Gemeinschaft mit dem Wissen, welches sich bereits dem Wollen angepasst hat. Der Leser wird dringend gebeten, im Diagramm nicht mehr zu suchen, als es gibt, und das ist nur ein Sinnbild des Vorherrschens des Wollens, Wissens und Könnens im ersten, zweiten und dritten Akte der That. Einen Schritt darüber hinaus könnte man sich vielleicht erlauben; nur ist das Diagramm schlechterdings kein magisches Zeichen, welches etwa „goldene Eimer" geheimnisvoll im Schosse birgt. Dixi!

Zurückführung des Biot'schen Dampfspannungsgesetzes und des Gesetzes der korrespondierenden Siedetemperaturen auf das verbesserte Gasspannungsgesetz.

Von **Rudolf Mewes**, Ingenieur und Patentanwalt.

In „Neue Grundgesetze zur rationellen Physik und Chemie" von Dr. *E. Dühring* (Erste Folge, Leipzig, Fuess' Verlag [R. Reisland] 1878) hat *Ulrich Dühring*, geleitet von seinem Vater, in seinem 16. Lebensjahre ein Gesetz der korrespondierenden Siedetemperaturen veröffentlicht und mit Hilfe desselben der *Biot*'schen Dampfspannungsformel eine allgemeinere Fassung gegeben. Obwohl Vater und Sohn durch Verbesserung des *Mariotte-Gay-Lussac*'schen Gesetzes dadurch, dass sie die Spannung nicht auf das Gesamtvolumen, sondern auf das Zwischenvolumen bezogen, die Beziehungen, welche zwischen Druck, Rauminhalt und Temperatur der Gase bestehen, wesentlich geklärt hatten, so hatten sie dennoch, wie von mir in *D. p. J.* in dem Aufsatze „Ueber die Grundlagen der mechanischen Wärmetheorie" S. 347 d. B. gezeigt worden ist, ein Versehen begangen, insofern sie die der absoluten Temperatur proportionale Aenderung des Zwischenvolumens ohne Prüfung aus der *Gay-Lussac*'schen Gasspannungsformel in die von ihnen verbesserte Gasspannungsformel mit aufgenommen hatten. Sie konnten infolgedessen auch nicht zu der von mir a. a. O. aufgestellten allgemeinen Zustandsgleichung der Stoffe, ganz gleichgültig, ob dieselben fest, flüssig oder dampf- bezw. gasförmig sind, gelangen, geschweige denn den Zusammenhang zwischen dem Siedegesetz und der *Biot*schen Dampfspannungsformel untereinander und mit dem verbesserten *Mariotte-Gay-Lussac*'schen Gesetz aufdecken. Das *Dühring*'sche Gesetz der korrespondierenden Siedetemperaturen ist ebenso wie die *Biot*'sche Spannungsformel ein rein empirisches, lediglich die Beobachtungen deckendes Erfahrungsgesetz geblieben, nicht aber theoretisch aus einfachen, allgemein gültigen mechanischen Grundsätzen hergeleitet worden.

Den ersten Versuch zur Lösung dieser Aufgabe habe ich im Jahre 1885 in der Arbeit „Die Bestimmungsmethoden der Atom- und Molekülvolumina" (*Zeitschrift des Deutschen Vereins zur Förderung der Luftschiffahrt,* Jahrg. 1885) gemacht. Der damals von mir eingeschlagene Weg ist, wie sich aus den kürzlich erst gefundenen Resultaten ergibt, vollständig richtig und hätte bei weiterer Verfolgung schon damals zum Ziele führen müssen. Ich ging von der Annahme aus, dass das Sieden verschiedener Substanzen in funktioneller Beziehung zum Atomvolumen stehen und sich diese Abhängigkeit gesetzmässig feststellen lassen müsse. Im Anschluss an die Bestimmung der Molekül- und Atomvolumina mittels des auf das Zwischenvolumen begrenzten Gasspannungsgesetzes folgerte ich daher, dass die gefundenen relativen Moleküle bezüglich Doppel- oder Mehrfach-Atomvolumina in einfacher gesetzmässiger Beziehung zu den Siedetemperaturen und damit zu den spezifischen Faktoren der korrespondierenden Siedetemperaturen stehen, so dass wechselweise die Molekülvolumina aus den spezifischen Faktoren und umgekehrt diese aus jenen sich herleiten lassen, also die Zahlenwerte beider Grössen gegenseitig ihre Richtigkeit verbürgen.

Damit eine Flüssigkeit bei einem gewissen auf derselben lastenden Druck sieden kann, ist erforderlich, dass die Kraft, welche die einzelnen Moleküle miteinander verbindet und den flüssigen Aggregatzustand durch Vereinen der Elementarmoleküle bedingt, durch eine entsprechende Wärmezufuhr vollständig aufgehoben werde. Diese Wärme wirkt also auf die Moleküle als solche, nicht aber auf deren Bestandteile, die Atome, ein; erstere sind demnach auch die massgebenden Faktoren für die Charakterisierung der äusseren Erscheinungen des Siedens. Die ausserdem noch zugeführte Wärme trägt nicht zur Erhöhung der Temperatur der siedenden Flüssigkeit bei, sondern dient nur dazu, den äusseren Druck zu überwinden. Man kann diesen Sachverhalt auch in *Dühring*'scher Manier dahin aussprechen, dass ein Sieden der Flüssigkeit nur dann eintreten kann, wenn durch stärkere Wärmezufuhr eine Mehr- oder Ueber-

spannung erzeugt wird, durch welche die Kohäsion der einzelnen Moleküle überwunden wird. Allein dieser von *Dühring* behufs mechanischer Begründung des Siedens aus der technischen Mechanik in die Wärmetheorie eingeführte Begriff gibt im Grunde genommen doch keine richtige Erklärung und Vorstellung von der Mechanik des Siedens; dies ist meiner Ansicht nach nur dadurch möglich, dass man die Trennung der einzelnen Moleküle von der Flüssigkeit beim Sieden auf die mechanische Wirkung der Wärmestrahlen zurückführt oder mit anderen Worten die diesbezüglichen Vorgänge als Wirkungen der Wärmeaufnahme und Wärmeausstrahlung betrachtet und auch durch die Gesetze der Absorption und Emission der Wärmestrahlen erklärt.

Bevor ich die aus dieser Grundanschauung sich ergebenden Schlussfolgerungen ziehen kann, muss ich zum besseren Verständnis die wirklichen aus den Erfahrungsthatsachen abgeleiteten Siede- und Spannungsgesetze näher kennzeichnen. Es wird sich zeigen, dass das Gesetz der korrespondierenden Siedetemperaturen nur eine Umformulierung des *Biot*'schen Dampfspannungsgesetzes darstellt. Das von *Ulrich Dühring* abgeleitete Siedegesetz lautet: „*Von den Siedepunkten beliebiger Substanzen, wie sie für irgend einen für alle gemeinsamen Druck als Ausgangspunkte gegeben sein mögen, sind bis zu den Siedepunkten für irgend einen anderen gemeinsamen Druck die Temperaturabstände sich gleichbleibende Vielfache voneinander.*“ Am Beispiel des Wassers und Quecksilbers erläutert *Ulrich Dühring* dies Gesetz in der ersten Folge des oben angeführten Buches „Neue Grundgesetze zur rationellen Physik und Chemie“ S. 75 auf folgende leicht verständliche Weise: „Der Siedepunkt des Wassers bei Normaldruck, also + 100° C., wird hier der Ausgangspunkt der Zählung. Das Quecksilber siedet unter einer Atmosphäre Druck bei + 357° C.; man wird also die Temperaturdistanz, die mit derjenigen bei dem Wasser zu vergleichen ist, von diesem Punkte an aboder aufsteigend zu zählen haben. Greift man nun beispielsweise die Siedetemperaturen beider Stoffe bei 100 mm Druck heraus, so hat man für Wasser + 52° und für Quecksilber + 261°. Die den gemeinsamen Drucken entsprechenden Temperaturabstände sind also $100 - 52 = 48$ und $357 - 261 = 96$, ihr Verhältnis aber $\frac{96}{48} = 2$. Nimmt man hierzu noch den Fall für 30 mm, so sind die Siedepunkte für diesen Druck bezw. 29 und 215, die Temperaturabstände also 71 und 142, mithin wiederum 2 der spezifische, sich hiermit als konstant anzeigende Faktor. Die folgende Tabelle, die nach Massgabe der *Regnault*schen Beobachtungen über die Maximalspannungen der Dämpfe entworfen ist, zeigt eine Konstanz des spezifischen Faktors, wie sie nur irgend angesichts der möglichen Beobachtungsfehler erwartet werden kann.“

Dampfspannung in Millimetern	Entsprechende (Siede-)Temperatur für Wasserdampf (t)	Entsprechende (Siede-)Temperatur für Quecksilberdampf (t^1)	Spezifischer Faktor $q = \frac{t^1 - 357,2}{t - 100}$
5	1,2°	154,4°	2,05
30	29,1	214,5	2,01
100	51,7	261,2	2,00
380	81,7	321,4	1,98
760	100,0	357,2	—
1520	120,6	397,2	1,94
2280	134,0	422,8	1,93
3040	144,0	442,4	1,94
3800	152,2	458,2	1,95
7600	180,3	512,7	1,95

Will man bei der Aufstellung der Formel für das vorstehende Gesetz einen ganz allgemeinen Ausdruck erhalten und auch die bestimmte Beziehung auf das Wasser ausmerzen, so gilt für zwei beliebige Stoffe, die für irgend einen beliebigen Druck die Siedetemperaturen d und d^1, für irgend einen anderen Druck aber die Siedetemperaturen t und t^1 haben, die Gleichung $\frac{t^1 - d^1}{t - d} = q$, wobei q nichts anderes als einen Quotienten bedeutet, der sich mit d und t sowie den zugehörigen Werten d^1 und t^1 nicht verändert. Die nachfolgende Tabelle enthält die von *Ulrich Dühring* mit Bezug auf Wasser berechneten spezifischen Faktoren einer grossen Anzahl von Stoffen.

Tabelle der spezifischen Faktoren.

Substanz	Siedepunkt bei 1 Atmosphäre	Spezifischer Faktor (q)
Aethylen	— 110,00° C.	0,750
Stickoxydul	— 88,06	0,584
Chlorwasserstoff	— 80,81	0,608
Kohlensäure	— 78,20	0,522
Bromwasserstoff	— 73,33	0,604
Schwefelwasserstoff	— 61,66	0,750
Chlor	— 33,51	0,627
Ammoniak	— 32,59	0,750
Jodwasserstoff	— 32,40	0,750
Methylchlorid	— 23,73	0,868
Methyläther	— 23,65	0,914
Cyan	— 20,70	0,750
Schweflige Säure	— 10,08	0,800
Aethyl	— 2,00	0,800
Aethylchlorid	+ 12,50	0,992
Cyanchlorid	+ 12,66	0,861
Borchlorid	18,23	1,029
Aethyläther	34,97	1,000
Aethylbromid	38,37	1,042
Schwefelkohlenstoff	46,20	1,111
Aceton	56,30	1,100
Siliciumchlorid	56,81	1,031
Chloroform	60,16	1,100
Methylalkohol	66,78	0,869
Aethyljodid	71,26	1,101
Phosphorchlorür	73,80	1,144
Chlorkohlenstoff	76,50	1,090
Aethylalkohol	78,26	0,904
Benzol	80,36	1,125
Wasser	100,00	1,000
Ameisensäure	100,00	1,160
Essigsäure	119,50	1,164
Aethylenbromid	131,60	1,328
Propionsäure	139,50	1,151
Terpentinöl	159,15	1,329
Buttersäure	161,70	1,228
Oxalsaures Methyl	164,20	1,225
Valeriansäure	174,50	1,269
Citronenöl	174,80	1,378
Monobromphenol	209,30	1,010
Glycerin	290,00	1,250
Quecksilber	357,25	2,000
Schwefel	448,40	2,292

Die Spannungen der Dämpfe bei den verschiedenen Siedetemperaturen erhält man aus der für Wasserdampf von *Biot* zuerst aufgestellten Spannungsformel $\log s = a - b\alpha^t - c\beta^t$, in welcher s die Spannung, a, b, c, α und β Konstanten sind. Diese fünf Konstanten sind für die einzelnen Stoffe verschieden, lassen sich jedoch, wie *Ulrich Dühring* dies ausgeführt hat, mit Hilfe des Gesetzes der korrespondierenden Siedetemperaturen für alle Stoffe auf die fünf Konstanten des Wassers etwa und den spezifischen Siedefaktor und die Siedetemperatur bei 4,6 mm zurückführen. Wenn man nämlich für d den Siedepunkt 0°, dem bei Wasser eine Dampfspannung von 4,6 mm entspricht, wählt, so folgt aus der Formel $\frac{t^1 - d^1}{t - d} = q$, dass $t^1 - d^1 = tq$ oder $t = \frac{t^1 - d^1}{q}$ ist, worin d^1 die Siedetemperatur der fraglichen Flüssigkeit bei einer Dampfspannung von 4,6 mm Quecksilbersäule bedeutet. Durch Einsetzen dieses Wertes für t in die *Biot*'sche Formel erhält man

$$\log s = a - b\alpha^{\frac{t^1 - d^1}{q}} - c\beta^{\frac{t^1 - d^1}{q}}$$

oder

$$\log s = a - b\alpha^{-\frac{d^1}{q}} . \alpha^{\frac{t^1}{q}} - c\beta^{-\frac{d^1}{q}} . \beta^{\frac{t^1}{q}} .$$

Wie man aus der vorstehenden Formel ersieht, kann man aus den Konstanten b, c, α und β mit Hilfe der

Werte d^1 und q die vier Konstanten b^1, c^1, α^1 und β^1 für jede beliebige Flüssigkeit bestimmen, während die Konstante a für alle Stoffe dieselbe bleibt. Die verallgemeinerte *Biot*'sche Spannungsformel lautet daher, indem man wieder b^1, c^1, α^1 und β^1 mit den nicht gestrichelten Buchstaben bezeichnet,

$$\log s = a - b\,\alpha^t - c\,\beta^t.$$

Für die Siedetemperaturen t_0 und t_1 erhält man somit für die entsprechenden Spannungen s_0 und s_1 die Gleichungen

$$\log s_0 = a - b\,\alpha^{t_0} - c\,\beta^{t_0},$$
$$\log s_1 = a - b\,\alpha^{t_1} - c\,\beta^{t_1}$$

und durch Subtraktion der beiden Gleichungen voneinander

$$\log s_1 - \log s_0 = -b\,\alpha^{t_1} + b\,\alpha^{t_0} - c\,\beta^{t_1} + c\,\beta^{t_0}$$

oder

$$\log \frac{s_1}{s_0} = \left\{\begin{array}{l} -b\left[1 + \ln\alpha \,.\, t_1 + \frac{(\ln\alpha)^2}{1.2} \,.\, t_1^2 + \frac{(\ln\alpha)^3}{1.2.3} \,.\, t_1^3 + \ldots\right] \\ +b\left[1 + \ln\alpha \,.\, t_0 + \frac{(\ln\alpha)^2}{1.2} \,.\, t_0^2 + \frac{(\ln\alpha)^3}{1.2.3} \,.\, t_0^3 + \ldots\right] \\ -c\left[1 + \ln\beta \,.\, t_1 + \frac{(\ln\beta)^2}{1.2} \,.\, t_1^2 + \frac{(\ln\beta)^3}{1.2.3} \,.\, t_1^3 + \ldots\right] \\ +c\left[1 + \ln\beta \,.\, t_0 + \frac{(\ln\beta)^2}{1.2} \,.\, t_0^2 + \frac{(\ln\beta)^3}{1.2.3} \,.\, t_0^3 + \ldots\right] \end{array}\right\}.$$

Nun sind die Konstanten α und β in der *Biot*'schen Formel mit grosser Annäherung gleich 1, so dass die natürlichen Logarithmen dieser Grössen $\ln\alpha$ und $\ln\beta$ ausserordentlich kleine Zahlenwerte besitzen. Man kann daher in den vorstehenden Exponentialreihen die Glieder, welche höhere Potenzen von $\ln\alpha$ und $\ln\beta$ enthalten, fortlassen, ohne die Gültigkeit der Gleichung merklich zu beeinflussen. Man erhält dann

$$\log \frac{s_1}{s_0} = \left\{\begin{array}{l} -b\,(1 + \ln\alpha \,.\, t_1) \\ +b\,(1 + \ln\alpha \,.\, t_0) \\ -c\,(1 + \ln\beta \,.\, t_1) \\ +c\,(1 + \ln\beta \,.\, t_0) \end{array}\right\} = \left\{\begin{array}{l} -b\ln\alpha \,.\, t_1 \\ +b\ln\alpha \,.\, t_0 \\ -c\ln\beta \,.\, t_1 \\ +c\ln\beta \,.\, t_0 \end{array}\right\}$$

oder $\log \frac{s_1}{s_0} = -(b\ln\alpha + c\ln\beta)\,(t_1 - t_0)$.

Nun kann man aber gemäss der Definition der Logarithmen setzen

$$-(b\ln\alpha + c\ln\beta)\,(t_1 - t_0) = \log 10^{-(b\ln\alpha + c\ln\beta)\,(t_1 - t_0)},$$

so dass man

$$\log \frac{s_1}{s_0} = \log 10^{-(b\ln\alpha + c\ln\beta)\,(t_1 - t_0)} = \log 10^{-M\,(t_1 - t_0)}$$

oder, wenn man auf beiden Seiten die natürlichen Logarithmen wählt,

$$\log \frac{s_1}{s_0} \,.\, 2{,}302585 = \ln \frac{s_1}{s_0} = \ln \,.\, e^{-2{,}302585\,.\,M\,(t_1 - t_0)},$$

$$\ln \frac{s_1}{s_0} = \ln \,.\, e^{-M_1\,(t_1 - t_0)}$$

erhält. Hieraus folgt

$$\frac{s_1}{s_0} = e^{-M_1\,(t_1 - t_0)} \quad \ldots\ldots \quad 1)$$

Für die Spannungen s_1 und s_0 folgt bei einer anderen Flüssigkeit, die nur andere Werte für b, c, α und β und somit nur eine andere Konstante $M_1{}^1$ und andere Siedetemperaturen $t_1{}^1$ und $t_0{}^1$ besitzt,

$$\frac{s_1}{s_0} = e^{-M_1{}^1\,(t_1{}^1 - t_0{}^1)} \quad \ldots\ldots \quad 2)$$

Durch Gleichsetzen der beiden für $\frac{s_1}{s_0}$ gefundenen Ausdrücke 1) und 2) erhält man

$$e^{-M_1\,(t_1 - t_0)} = e^{-M_1{}^1\,(t_1{}^1 - t_0{}^1)} \quad \ldots\ldots \quad 3)$$

oder

$$-M_1\,(t_1 - t_0) = -M_1{}^1\,(t_1{}^1 - t_0{}^1) \quad \ldots \quad 4)$$

oder

$$\frac{t_1{}^1 - t_0{}^1}{t_1 - t_0} = \frac{M_1}{M_1{}^1} = q \quad \ldots\ldots \quad 5)$$

d. h. die Formel für das Gesetz der korrespondierenden Siedetemperaturen. Das von *Dühring* als ein ganz neues Gesetz hingestellte Gesetz der korrespondierenden Siedetemperaturen ist also weiter nichts als eine andere Form der *Biot*'schen Spannungsformel. Da *Dühring* Vater und Sohn bedeutende Mathematiker sind, so ist es zu verwundern, dass ihnen dieser einfache Zusammenhang zwischen dem Siedegesetz und der *Biot*'schen Spannungsformel entgangen ist.

Aus der *Dühring*'schen Tabelle der Spannungskoeffizienten der *Biot*'schen Formel in deren Logarithmen

$$\log s = a - b\,\alpha^t - c\,\beta^t \quad \ldots\ldots \quad 6)$$

Substanz	$\log (b\,\alpha^t)$	$\log (c\,\beta^t)$
Schwefelwasserstoff	0,3575509—0,0021415 t	8,9364576—10—0,0079343 t
Ammoniak .	0,4216822—0,0021415 t	9,1670958—10—0,0079343 t
Aethyläther .	0,5516195—0,0016561 t	9,6337883—10—0,0059507 t
Aethyljodid .	0,6008898—0,0015042 t	9,8177358—10—0,0054133 t
Wasser . . .	0,6593123—0,0016561 t	0,0207601 —0,0059507 t
Quecksilber .	0,7895229—0,0008280 t	0,4686338 —0,0029753 t

erhält man beispielsweise für Schwefelwasserstoff

$$\log\alpha = -0{,}0021415 = 0{,}9968585 - 1, \quad \alpha = 0{,}99279,$$
$$\log\beta = -0{,}0079343 = 0{,}9920657 - 1, \quad \beta = 0{,}9819.$$

Es wird daher, indem man $\log\alpha$ bezw. $\log\beta$ mit $\frac{1}{\log e}$ = rund 2,3 multipliziert, $\ln\alpha = -0{,}00492545$ und $\ln\beta = -0{,}01824889$. Da die Werte für $\ln\alpha$ und $\ln\beta$ negativ sind, so geht, wenn man deren absolute Werte mit α^1 und β^1 bezeichnet, die oben abgeleitete Gleichung für $\log\frac{s_1}{s_0}$ über in

$$\log \frac{s_1}{s_0} = \left\{\begin{array}{l} -b\left[1 - \alpha^1 t_1 + \frac{(\alpha^1)^2}{1.2} \,.\, t_1^2 - \frac{(\alpha^1)^3}{1.2.3} \,.\, t_1^3 + \ldots\right] \\ +b\left[1 - \alpha^1 t_0 + \frac{(\alpha^1)^2}{1.2} \,.\, t_0^2 - \frac{(\alpha^1)^3}{1.2.3} \,.\, t_0^3 + \ldots\right] \\ -c\left[1 - \beta^1 t_1 + \frac{(\beta^1)^2}{1.2} \,.\, t_1^2 - \frac{(\beta^1)^3}{1.2.3} \,.\, t_1^3 + \ldots\right] \\ +c\left[1 - \beta^1 t_0 + \frac{(\beta^1)^2}{1.2} \,.\, t_0^2 - \frac{(\beta^1)^3}{1.2.3} \,.\, t_0^3 + \ldots\right] \end{array}\right\}$$

oder durch Summieren

$$\log \frac{s_1}{s_0} = \left\{\begin{array}{l} \,b\left[\alpha^1 (t_1 - t_0) - \frac{(\alpha^1)^2}{1.2} (t_1^2 - t_0^2) + \frac{(\alpha^1)^3}{1.2.3} (t_1^3 - t_0^3)\right] \\ +c\left[\beta^1 (t_1 - t_0) - \frac{(\beta^1)^2}{1.2} (t_1^2 - t_0^2) + \frac{(\beta^1)^3}{1.2.3} (t_1^3 - t_0^3)\right] \end{array}\right\}$$

u. s. w. u. s. w.

Aus der vorstehenden Form der Gleichung für $\log\frac{s_1}{s_0}$ ersieht man deutlich, dass die einzelnen Summen stark konvergente Reihen darstellen und ohne merklichen Fehler die höhere Potenzen von α^1 und β^1 enthaltenden Glieder fortgelassen werden können und die oben abgeleitete Beziehung 1) $\frac{s_1}{s_0} = e^{-M_1\,(t_1 - t_0)}$ volle Gültigkeit besitzt.

Wenn nun auch aus Gleichung 1) nach den Entwickelungen der Gleichungen 1) bis 5) durch Ableitung der Beziehung $\frac{t_1{}^1 - t_0{}^1}{t_1 - t_0} = \frac{M_1}{M_1{}^1} = q$ die Identität des korrespondierenden Siedegesetzes mit der *Biot*'schen Dampfspannungs-

formel 6) nachgewiesen ist, so fehlt doch noch jede Aufklärung über die sachliche Bedeutung des spezifischen Faktors q. In der oben angeführten Arbeit aus dem Jahre 1885 sagte ich, dass der Quotient aus den beiden Temperaturdifferenzen $t_1{}^1 - t_0{}^1$ und $t_1 - t_0$ allein von der Natur der betreffenden Molekülsorten abhängig ist, weil in beiden Fällen die äusseren Umstände genau dieselben sind. Dieser Quotient muss also, folgerte ich, das Verhältnis jener Moleküleigenschaften, welche die Siedetemperatur wesentlich bestimmt haben, zum Ausdruck bringen. Nach der kinetischen Theorie der Gase kann nun aber die Wärme auf die Elementarteile eines Körpers nur in der Weise wirken, dass sie dieselben in Bewegung versetzt, sich selbst also in lebendige Kraft umsetzt. Setzt man demgemäss in die von *Ulrich Dühring* aufgestellte Formel der korrespondierenden Siedetemperaturen $\frac{t_1{}^1 - t_0{}^1}{t_1 - t_0} = q$ für die verschiedenen Siedetemperaturen gemäss der Formel der kinetischen Gastheorie $T = a \cdot \frac{1}{2} M u^2$ die gleichwertigen lebendigen Kräfte ein, so geht dieselbe über in

$$q = \frac{a \cdot \frac{1}{2} \cdot M_1{}^1 [(u_1{}^1)^2 - (u_0{}^1)^2]}{b \cdot \frac{1}{2} \cdot M_1 [(u_1)^2 - (u_0)^2]} \quad . \; . \; . \quad 7)$$

Da in dem Quotienten auf der rechten Seite das Verhältnis der lebendigen Kräfte, welche die äusseren Arbeiten darstellen, durch den Ausdruck

$$\frac{\frac{1}{2} M_1{}^1 [(u_1{}^1)^2 - (u_0{}^1)^2]}{\frac{1}{2} M_1 [(u_1)^2 - (u_0)^2]}$$

angegeben wird, so muss der letztere, da die Arbeit in beiden Fällen dieselbe ist bezw. als gleich angenommen werden kann, $= 1$ sein. Es bleibt also der Quotient übrig $\frac{a}{b} = q$. Die Konstanten a und b hängen von der Zahl der in der Raumeinheit der Flüssigkeiten vereinigten Atome, also, da diese nur durch die Grösse der Atomvolumina bedingt ist, von dem Atomvolumen ab. Welcher Art dieser gesetzliche Zusammenhang ist, ergibt sich, wenn man die verbesserte *Clapeyron*'sche Zustandsgleichung

$$s(v - x) = s_0 (v_0 - x)(1 + \alpha t) \quad . \; . \; . \quad 8)$$

oder besser in der von mir abgeleiteten genaueren Gestalt

$$s(v - x) = s_0 (v_0 - x)(1 + \alpha)^{T_1 - T_0} \; . \; . \; . \quad 9)$$

zu Hilfe nimmt (s. *D. p. J.* a. o. a. O.).

Aus Gleichung 8) erhält man für die Spannungen s_1 und s_2

$$s_1 (v_1{}^1 - x^1) = s_0 (v_0{}^1 - x^1)(1 + \alpha^1 t_1{}^1),$$
$$s_2 (v_2{}^1 - x^1) = s_0 (v_0{}^1 - x^1)(1 + \alpha^1 t_2{}^1),$$

oder

$$t_1{}^1 - t_2{}^1 = \frac{s_1 (v_1{}^1 - x^1) - s_2 (v_2{}^1 - x^1)}{s_0 (v_0{}^1 - x^1) \cdot \alpha^1} \quad . \quad 10)$$

und ganz entsprechend für eine zweite Flüssigkeit

$$t_1 - t_2 = \frac{s_1 (v_1 - x) - s_2 (v_2 - x)}{s_0 (v_0 - x) \cdot \alpha} \quad . \; . \quad 11)$$

Durch Division der Gleichungen 10) und 11) erhält man

$$q = \frac{t_1{}^1 - t_2{}^1}{t_1 - t_2} =$$
$$\frac{s_1 (v_1{}^1 - x^1) - s_2 (v_2{}^1 - x^1)}{s_1 (v_1 - x) - s_2 (v_2 - x)} \cdot \frac{(v_0 - x) \cdot \alpha}{(v_0{}^1 - x^1) \cdot \alpha^1} \quad . \quad 12)$$

Deutlicher wird der Zusammenhang des Siedegesetzes bezw. der *Biot*'schen Dampfspannungsformel mit dem verbesserten *Mariotte-Gay-Lussac*'schen Gesetze, wenn man von der Gleichung 9)

$$s(v - x) = s_0 (v_0 - x)(1 + \alpha)^{T_1 - T_0}$$

ausgeht und letztere mit der Gleichung 1) $\frac{s_1}{s_0} = e^{-M_1 (t_1 - t_0)}$ oder, da M_1 eine negative Grösse und somit

$$M_1 = -M \quad . \; . \; . \; . \; . \; . \quad 13)$$

gesetzt werden kann, mit der gleichwertigen Gleichung

$$\frac{s_1}{s_0} = e^{M (t_1 - t_0)} \quad . \; . \; . \; . \; . \; . \quad 14)$$

vergleicht. Es sei hier bemerkt, dass bereits *Pambour* (*Compt. rend.* T. VI p. 374) einen Zusammenhang zwischen dem Dampfspannungsgesetze und dem *Mariotte-Gay-Lussac*schen Gesetze nachzuweisen versucht hat.

Führt man in Gleichung 14) mit Rücksicht auf

$$(t_1 + 273) - (t_0 + 273) = T_1 - T_0 = t_1 - t_0$$

die absoluten Temperaturen ein und setzt, da M ein sehr kleiner Bruch ist, $e^M = (1 + \beta)$, so erhält man für Gleichung 14) die Gestalt

$$\frac{s_1}{s_0} = (1 + \beta)^{T_1 - T_0} \quad . \; . \; . \; . \; . \quad 15)$$

während aus Gleichung 9)

$$\frac{s_1}{s_0} = \frac{v_0 - x}{v_1 - x} \cdot (1 + \alpha)^{T_1 - T_0} \quad . \; . \; . \quad 16)$$

folgt. Ebenso folgt für eine zweite Flüssigkeit

$$\frac{s_1}{s_0} = (1 + \beta^1)^{T_1{}^1 - T_0{}^1} \quad . \; . \; . \; . \quad 15\text{a})$$

und

$$\frac{s_1}{s_0} = \frac{v_0{}^1 - x^1}{v_1{}^1 - x^1} \cdot (1 + \alpha^1)^{T_1{}^1 - T_0{}^1} \quad . \; . \quad 16\text{a})$$

Durch Logarithmieren der Gleichungen 15), 15a), 16), 16a) erhält man

$$log \frac{s_1}{s_0} = (T_1 - T_0) \, log (1 + \beta),$$
$$log \left\{ \frac{s_1}{s_0} : \frac{v_0 - x}{v_1 - x} \right\} = (T_1 - T_0) \, log (1 + \alpha),$$
$$log \frac{s_1}{s_0} = (T_1{}^1 - T_0{}^1) \, log (1 + \beta^1),$$
$$log \left\{ \frac{s_1}{s_0} : \frac{v_0{}^1 - x^1}{v_1{}^1 - x^1} \right\} = (T_1{}^1 - T_0{}^1) \, log (1 + \alpha^1).$$

Durch Auflösen der Gleichungen nach den Temperaturunterschieden und durch paarweises Dividieren folgt, dass

$$\frac{T_1{}^1 - T_0{}^1}{T_1 - T_0} = \frac{log (1 + \beta)}{log (1 + \beta^1)} = q = \frac{M}{M_1},$$

$$\frac{T_1{}^1 - T_0{}^1}{T_1 - T_0} = \frac{log \left(\frac{s_1}{s_0} : \frac{v_0{}^1 - x^1}{v_1{}^1 - x^1} \right) . \, log (1 + \alpha)}{log \left(\frac{s_1}{s_0} : \frac{v_0 - x}{v_1 - x} \right) . \, log (1 + \alpha^1)} = q \text{ ist.}$$

Nun ist aber, wie a. a. O. in *D. p. J.* nachgewiesen ist, der auf das Zwischenvolumen bezogene Ausdehnungskoeffizient α konstant für alle Stoffe; somit folgt

$$\frac{log (1 + \beta)}{log (1 + \beta^1)} = \frac{log \left(\frac{s_1}{s_0} : \frac{v_0{}^1 - x^1}{v_1{}^1 - x^1} \right)}{log \left(\frac{s_1}{s_0} : \frac{v_0 - x)}{v_1 - x)} \right)}$$

oder

$$\frac{1 + \beta}{1 + \beta^1} = \frac{\frac{v_0 - x}{v_1 - x}}{\frac{v_0{}^1 - x^1}{v_1{}^1 - x^1}} = e^{2,3 q} \quad . \; . \; . \quad 17)$$

Die Gleichung 17) zeigt an, dass der spezifische Faktor q eine Exponentialfunktion des Zwischenvolumens

ist. Die Grundbedingung für die Richtigkeit der Beziehung 17) ist die Gültigkeit der Gleichung 16)

$$\frac{s_1}{s_0} = \frac{v_0 - x}{v_1 - x} \cdot (1 + \alpha)^{T_1 - T_0};$$

denn die Gleichung 15) $\frac{s_1}{s_0} = (1 + \beta)^{T_1 - T_0}$ ist nur eine andere Form der *Biot*'schen Dampfspannungsformel, muss also ebenso wie diese die Beobachtungen wiedergeben. Die Gleichung 16) ist von mir in dem oben angeführten Aufsatze „Ueber die Grundlagen der mechanischen Wärmetheorie“ abgeleitet und durch die Beobachtungen für Wasserdampf und für Quecksilber als richtig nachgewiesen worden. Die Uebereinstimmung der Gleichungen 15) und 16) miteinander ist somit durch die Versuchsergebnisse bestätigt worden. Die Gleichungen

$$\frac{T_1{}^1 - T_0{}^1}{T_1 - T_0} = q = \frac{log\,(1 + \beta)}{log\,(1 + \beta^1)},$$

$$\frac{s_1}{s_0} = (1 + \beta)^{T_1 - T_0},$$

$$\frac{s_1}{s_0} = (1 + \beta^1)^{T_1{}^1 - T_0{}^1},$$

$$\frac{s_1}{s_0} = \frac{v_0 - x}{v_1 - x} \cdot (1 + \alpha)^{T_1 - T_0},$$

$$\frac{s_1}{s_0} = \frac{v_0{}^1 - x^1}{v_1{}^1 - x^1} \cdot (1 + \alpha^1)^{T_1{}^1 - T_0{}^1}$$

stellen also nur verschiedene Formeln für einunddenselben Sachverhalt, nämlich für die Beziehung zwischen Spannung, Zwischenvolumen und Temperatur, dar.

Das Ziehen auf Ziehpressen in Theorie und Praxis.

Von Ingenieur **K. Musiol**, Warschau.

Maschinen, die aus einer Metallplatte ein einheitliches Hohlgefäss herstellen, werden, wenn auch nicht vollkommen richtig, Ziehpressen genannt.

Kennzeichnend für diese Maschinen ist das bei ihnen benutzte Prinzip des Zweitaktes, in dessen erster Phase der Zuschnitt behufs Verhinderung der Faltenbildung festgeklemmt und erst in der zweiten der eigentlichen Formverwandlung unterworfen wird; dadurch unterscheiden sich die Ziehpressen wesentlich von den verwandten Spindel-, Friktions-, Exzenter- und Schmiedepressen, welche einfach wirkend sind, und nur eine Schlag- bezw. Schneidwirkung beabsichtigen.

So mannigfaltig die Ziehpressen in konstruktiver Beziehung auch erscheinen mögen, nichtsdestoweniger lassen sie sich unter Berücksichtigung ihrer kinematischen Bauart nach *vier* Systemen ordnen und zwar in Ziehpressen mit

1. *beweglichem Matrizenträger, feststehendem Blechhalter, beweglichem Stempel,*
2. *feststehendem Matrizenträger, beweglichem Blechhalter, beweglichem Stempel,*
3. *beweglichem Matrizenträger, beweglichem Blechhalter, feststehendem Stempel, und*
4. *beweglichem Matrizenträger, beweglichem Blechhalter, beweglichem Stempel.*

Zur ersten Gruppe gehören die bekannten Ausführungen von *L. Schuler, Ch. Leroy, Kircheis, Mönkemöller* und einer grossen Zahl von Epigonen dieser auf dem Gebiete der Ziehtechnik sehr verdienten Werke.

In der zweiten Gruppe erscheinen die ältesten Ziehpressen mit Gegengewichten, ferner die Kniehebelkonstruktionen von *Bliss, Kircheis, Taylor* und *Challen,* sowie jene mit Flügelkörpern von *Smith* vertreten.

Die dritte Gruppe gehört zu den seltenen. Bekannter ist nur eine Konstruktion und zwar die von *M. P. Mallet* in Paris, System *Bidault.*

Gleichermassen vereinzelt ist die vierte Gruppe, in welche die jüngste, speziell für sehr grosse Ziehtiefen durchgeführte Konstruktion von *Gustav Toelle* einzureihen ist.

Die Beschreibung der einzelnen Maschinen liegt schon ausserhalb des Rahmens dieses Aufsatzes und würde nur eine Wiederholung der in der Litteratur bereits erörterten Abhandlungen bieten können; daher verweisen wir den Leser auf die in der Fussnote angeführten Quellen und gehen zu den Ziehwerkzeugen über [1]).

Entsprechend dem Prinzip des Zweitaktes wird jedes Ziehwerkzeug aus zwei einander beigeordneten Werkzeugen gebildet; das eine bezweckt die Festklemmung und wird *Blechhalter, Faltenhalter, Ziehring* genannt; das andere besorgt die eigentliche Formverwandlung und besteht aus zwei Teilen, welche *Matrize* und *Stempel* heissen. Der Unterscheidung wegen fügt man jenen Werkzeugen, auf denen das Ziehen aus der Blechscheibe stattfindet, das Prädikat *„Anschlag“* bei, im Gegensatze zu den *Weiterschlag*werkzeugen, auf denen die weiteren Züge erfolgen.

Dass die beiden Werkzeuge konstruktiv verschieden sein müssen, ist leicht begreiflich. Beim Anschlage (Fig. 1)

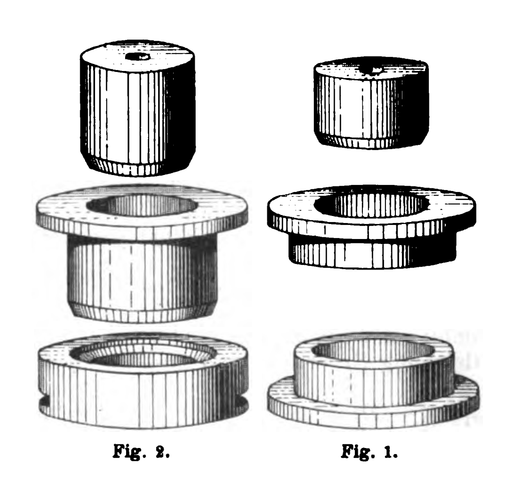


Fig. 2. Fig. 1.

hat der Blechhalter die Ränder der Scheibe zu fassen, weshalb die Matrize, desgleichen auch der Blechhalter vollkommen eben gestaltet sind. Anders verhält es sich mit dem Weiterschlage (Fig. 2), wo der Uebergang eines weiteren Cylinders in einen engeren erfolgt, aus welchen Gründen die Form des Blechhalters jener des Anschlagstempels gleichen muss, wenn eine Festklemmung platzgreifen soll.

Da den günstigsten und praktisch am leichtesten durchführbaren Uebergang aus einem Cylinder in einen engeren der *Kegelstumpf* bildet, laufen sämtliche Anschlag- und Weiterschlagstempel, sowie Weiterschlagmatrizen und Blechhalter in einen Kegel aus, dessen Neigungswinkel in der Regel 45° beträgt, falls besondere Gründe für einen anderen nicht sprechen.

---

[1]) *D. p. J.* 1893 **289** 60, 73; 1895 **298** 231 bis 248; 1897 **305** 73; 1898 **309** 203. *Portefeuille économique des machines,* 1888, livraison d'avril. *Illustrierte Zeitung der Blechindustrie,* 1897 29; 1899 18.

Die Vorgänge im Inneren des Bleches während des Ziehens.

Nach der bestehenden Fachlitteratur zu schliessen, worin ihrer nur in hypothetischer Art Erwähnung gethan wird, sind dieselben bis jetzt noch nicht ergründet.

In *D. p. J.* 1893 **289** 3 heisst es unter anderem: „Wird eine Metallscheibe zwischen glatte Ringformen geklemmt und durch einen darauf einwirkenden Stempel in eine neue Form gezogen, so dass dadurch das Material der Metallscheibe in der Hauptsache *gedehnt*, also auf *Zug* beansprucht wird, so heisst dieser Arbeitsvorgang Ziehen.“

Ledebur gibt eine ähnliche Definition. In seiner *Mechanisch-metallurgischen Technologie*, S. 391, lautet der betreffende Absatz: „Pressen zur Herstellung von Hohlgefässen aus dünnen Blechen — Konservenbüchsen, Waschbecken u. dgl. m. — gibt man häufig zwei ineinander gehende Stempel, deren erster zunächst eine kreisrunde Scheibe aus der vollen Platte ausstösst und sich alsdann auf deren Rand legt, diesen vor *Faltenbildung bewahrend* und *gewissermassen glättend*, während der zweite Stempel das Auftiefen ausführt und dabei den Rand allmählich nach innen zieht. Solche Maschinen nennt man Ziehpressen; das Arbeitsstück wird in der That *auf Zugfestigkeit* beansprucht.

In seinem Vortrage über Blechbearbeitung und Fabrikation der Blechwaren spricht *Scharlach*[2]) über Pressen im allgemeinen und übergeht dann zu Ziehpressen mit folgenden Worten: „Nicht so einfach liegt der Fall, wenn ein Hohlkörper gebildet werden soll. Es genügt dann nicht, wenn Stempel und Matrize die entsprechenden Formen haben; vielmehr muss noch die sogen. Ziehplatte zu Hilfe

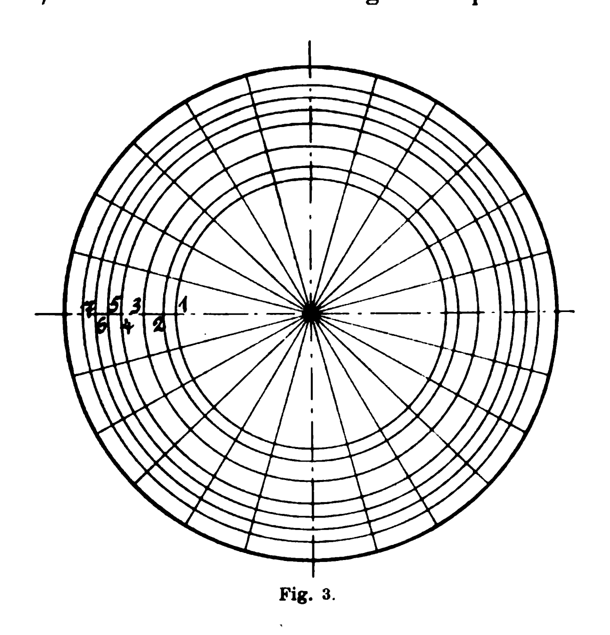


Fig. 3.

genommen werden, welche die Ränder der zu gestaltenden Scheibe an der Matrize festklemmt und dadurch verhindert, dass sich an bestimmten Stellen *Stauchungen* und *Materialanhäufungen* bilden.“ Bei Besprechung der Herstellung tieferer Formen wird noch hinzugefügt: „Tiefere Gegenstände lassen sich auf einen Zug nicht herstellen, da die Möglichkeit eines *Zusammenstauchens* des Blechrandes sehr bald ihre Grenzen findet.“

Fischer[3]) kleidet seine Ansichten darüber in folgende Worte: „Soll das Auftiefen ohne *bedeutende Streckung* und *Verdünnung*, also durch Aufbiegen des Randes der Scheiben geschehen, so setzt dies (um Faltenbildung zu vermeiden) voraus, dass die Bearbeitung in mehreren (drei bis zehn oder noch mehr) aufeinander folgenden Ringen *schrittweise* geschehe. Diese Ringe nehmen in der Reihenfolge an Durchmesser ab, wie die darin arbeitenden Stempel. In dem ersten Ringe wird ein sehr schmaler Rand aufgebogen, der sich eben wegen seiner geringen Breite leicht ganz schlicht darstellen lässt; jeder folgende (kleinere) Ring biegt wieder den äussersten Ring des Bodens zum Rande auf und verlängert oder erhöht somit den letzteren.“

Einer etwas wankelmütigen Meinung war Dr. *Kallenberg*[4]) bei Aufstellung folgender Sätze: „Beim Ziehprozess zeigt es sich, dass bei guter Konstruktion der Presse (kräftiges Festhalten des Niederhalters durch Exzenter, Kniehebel u. dgl.) und guter Ausführung der Ziehwerkzeuge (Matrize, Stempel und Ziehring) an *keiner Stelle* weder eine *wesentliche Verdickung* noch eine *besondere Verdünnung* des Materials eintritt (abgesehen von sehr weichem Material, wie Stanniol).“ Hierzu noch eine sehr wichtige Fussnote: „Auch *unten* an der Zarge, nahe am *Boden* zeigt sich, wie Messungen an durchgeschnittenen Gegenständen ergeben, *keine Verdünnung* des Bleches, wie manche wohl annehmen möchten. Passen die Werkzeuge nicht recht, oder wird der Ziehring nicht sehr fest aufgedrückt, so kann oben am Rande wohl eine *Verdickung* (meist mit etwas Faltenbildung) eintreten.... In manchen Fällen zeigt sich nach *oben* hin allerdings eine *geringe Verdickung* des Materials. Diese dürfte wohl daher rühren, dass zwischen Matrize und Stempel ein etwas grösserer Zwischenraum bleiben muss, als ihn die Blechstärke erfordert (sonst tritt leicht ein Reissen ein).“

So viel bietet uns die Fachlitteratur.

Ob die darin geäusserten Ansichten auch der Wirklichkeit entsprechen, ist nirgends in keiner Weise bewiesen worden, weshalb sich der Verfasser vornahm, diese offen gelassene Frage zu beantworten. Bei der Bearbeitung derselben stützte er sich ausschliesslich auf zahlreiche, mit verschiedenen Metallen durchgeführte Versuche, deren einer hier in ausführlicher Weise wiederholt werden mag.

Auf mehreren Zuschnitten — in diesem Falle Eisenblechscheiben vom Durchmesser $D = 366{,}5$ mm und Stärke $\delta = 0{,}64$ mm — wurden mit grosser Genauigkeit einerseits konzentrische Kreise von den Durchmessern 200, 220, 250, 280, 320 und 339, andererseits eine beliebig grosse Zahl gleich entfernter Radialstrahlen mit einem Spitzzirkel eingeritzt, und die Scheiben in Absätzen, wie dies die Fig. 4 und 7 veranschaulichen, unterworfen.

Auf den teilweise und fertig gezogenen Arbeitsstücken kamen die eingeritzten Kreislinien und Radialstrahlen so zum Vorschein, wie sie in Fig. 4 und 7 wiedergegeben sind. Die konzentrischen Kreislinien gingen in vertikal zu der Cylinderachse gelegene *Cylinderschnittlinien* über und blieben bis auf sehr geringe Abweichungen, die im Material bezw. im schlechten Einspannen der Werkzeuge begründet waren, *äquidistant*. Die radialen Strahlen konvergierten am Boden und am Kegelstumpf, im Cylindermantel lagerten sie sich *äquidistant* und *parallel* zur Cylinderachse.

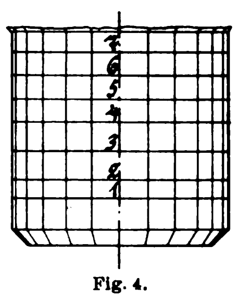


Fig. 4.

Nach jedem Zuge wurden sämtliche Linien genau gemessen und die Dimensionen in die Tabellen I, II und III (Fig. 5) eingetragen.

Die Messung ergab ausnahmslos eine *Abnahme* der *Kreislinien* und eine *Zunahme* der *Abstände* zwischen den Kreislinien. So z. B. der von zwei Kreislinien *4* und *5* begrenzte Kreisring *4* bis *5*. Die vierte Kreislinie hatte in der α-Stellung eine Länge von 879,7 mm, in der β-Stellung und ersten Anschlage 761,37, nachher im ersten Weiterschlage 629,8, in der δ-Stellung 624,74 und schliesslich im zweiten Weiterschlage 514,78; die Linie wurde also um $879{,}7 - 514{,}78 = 364{,}82$ oder um 41 % der ursprünglichen Länge kürzer.

In demselben Sinne kürzte sich auch die Linie *5* von 942,5 auf 838,8, 761,37, 629,8 und 514,78, also um 45 %. Die Breiten der Kreisringe vergrösserten sich folgendermassen: beim Kreisring *3* bis *4* von 15 auf 18, 18,25, 18,50, 20,25, 21,5 und 23,75, also um 58 % der ursprünglichen Länge; beim Kreisring *4* bis *5* von 10 auf 17,25 oder um 72 %, und beim Kreisring *5* bis *6* von 10 auf 17,5, d. h. um 75 %.

---

[2]) *Zeitschrift des Vereins deutscher Ingenieure*, Bd. 39 S. 50, 1502.

[3]) *Mechanische Technologie* von *Fischer-Karmarsch*, Bd. 1 S. 284.

[4]) *Zuschneiden von gedrückten und gezogenen Gegenständen* von *Kallenberg*.

Tabelle
der Durchmesser, Umfänge und Abstände der Kreislinien.

	Ziehtiefe	0	87	66	87	120	140	160	%
	Stellung	α	β	γ	I	II	δ	III	
I Durchmesser der Kreislinien	1	200	200,8	200,8	201,8	195	163,36	163,36	—
	2	220	217	217	217,5	199,86	163,86	163,86	—
	3	250	237,36	238,36	238,86	201,86	169,86	163,86	—
	4	280	245,36	242,36	242,36	201,86	198,86	163,86	—
	5	300	267	242,36	242,36	201,86	201,86	163,86	—
	6	320	288	243,36	242,36	201,86	201,86	164,36	—
	7	339	308	261,80	242,36	201,86	201,86	164,36	—
	Rand	366,5	337,5	293	—	—	—	—	—
II Umfänge der Kreislinien	1	628,3	630,7	630,7	634	611,35	513,2	513,2	81,6
	2	691,2	681,7	681,7	682,95	627,88	514,78	514,78	74,4
	3	785,4	745,7	748,8	750,4	629,8	533,63	514,78	65,5
	4	879,7	770,8	761,37	761,37	629,8	624,74	514,78	58,5
	5	942,5	838,8	761,37	761,37	629,8	629,8	514,78	54,7
	6	1005,3	904,8	764,52	761,37	629,8	629,8	516,35	51,3
	7	1065	967,6	822,5	761,37	629,8	629,8	516,35	48,4
	Rand	1151,4	1060	920,5	—	—	—	—	—
III Abstände zwischen den Kreislinien	1—2	10	10,25	10,5	10,5	11,25	13,4	13,5	135
	2—3	15	15,75	16,25	16,25	18,5	20,75	21,25	141,6
	3—4	15	18	18,25	18,5	20,25	21,5	23,75	158,3
	4—5	10	10,82	12,5	13	14,5	14,5	17,25	172,5
	5—6	10	10,5	12,5	12,75	14,5	14,5	17,5	175
	6—7	9,5	10	10,61	12,87	14,5	14,5	17,5	184,2
	7—Rand	13,75	14,75	15,60	—	—	—	—	—

Fig. 5.

Diese in den Tabellen ziffermässig eingetragenen Veränderungen sind in mehr übersichtlicher Weise in dem Diagramm Fig. 6 zur Darstellung gebracht. Daselbst wird statt des ganzen Ringes bloss ein Ringstück und zwar der 40. Teil der Scheibe in doppelter Vergrösserung der Betrachtung unterzogen. Die Sehnen kürzen sich wie folgt: $\alpha_4\alpha_4$ in $\beta_4\beta_4$, $\gamma_4\gamma_4 \ldots III_4 III_4$; desgleichen verlängern sich die Strahlen von $\alpha_4\alpha_5$ auf $\beta_4\beta_5 \ldots$

Die weiteren derart durchgeführten Messungen ergaben durchwegs, dass *sämtliche Kreislinien* einer *Stauchung — Druckspannung* —, dagegen alle *radialen Strahlen* einer *Dehnung — Zugspannung* — unterworfen waren, und zwar beide in *um so höherem Masse,* je *näher* sie der *Peripherie* gelagert waren.

Für den Fall, dass die Kreislinien mit den radialen Strahlen in keinem Zusammenhange stünden, wäre die Annahme gesonderter Zug- und Druckspannungen zulässig. In der Wirklichkeit haben jedoch die in Rede stehenden Linien gemeinsame Punkte — Schnittpunkte —, welche weder in der Dehnungs- noch der Stauchungsrichtung ausschliesslich, sondern nur in jener der Resultierenden dieser beiden sich bewegen können. Da nun die gesamte Kreisfläche aus solchen Kreislinien und radialen Strahlen zusammengesetzt gedacht werden kann, deren Schnittpunktezahl unendlich ist, so werden alle Punkte demselben Gesetze unterliegen, wie die oben erörterten.

Es traten demnach während des Ziehens im Inneren des Bleches radiale Zug- mit peripherialen Druckspannungen gepaart auf.

Nach der Betrachtung der linearen Veränderungen wurde zu jenen der Flächen geschritten. Diese unterlagen ebenfalls gewissen Schwankungen und zwar an manchen Stellen vergrösserten sie sich, wohingegen sie anderswo sich verkleinerten. Dass eine Flächenvergrösserung eine Abnahme der Blechstärke, also Dehnung, eine Flächenverkleinerung Zunahme der Dicke oder Stauchung bedeutet, liegt auf der Hand, weil das Volumen eines Ringes ständig dasselbe bleibt, abgesehen von dem hier nicht in Betracht gezogenen Abbrand beim Glühen und auch dem infolge der Bearbeitung vergrösserten spezifischen Gewichte des Arbeitsstückes, welche Volumveränderungen jedoch wegen ihrer Kleinheit nicht von Belang sind.

Würde die Blechstärke keiner Veränderung während des Arbeitsvorganges unterliegen, alsdann müssten zwei korrespondierende Kreisringe vermöge ihrer Inhaltsgleichheit vor und nach dem Ziehen flächengleich sein. Da nun die Fläche eines Kreisringes einer Rechtecksfläche sich gleichstellt, deren Basis gleich dem mittleren Kreisringumfange und deren Höhe gleich der Kreisringbreite ist, so würde für jeden Kreisring vor und nach dem Ziehen das Gesetz: $F = xy$ gelten, wobei x die Länge und y die Breite des Rechteckes von der Fläche F bezeichnet.

Die geometrische Darstellung der Gleichung $F = xy$ ergibt eine *gleichseitige Hyperbel,* deren Abscissen die jeweiligen Umfänge und deren Ordinaten die zugehörigen Ringbreiten angeben. Danach wäre — bei obiger Voraussetzung — das Gesetz, laut welchem die Flächenverwandlung vor sich geht, bekannt und es liesse sich mit Hilfe dessen der Zuschnitt jedes Gegenstandes mathematisch genau bestimmen.

Die Thatsache der Flächenunbeständigkeit ändert natürlich das obige Flächengesetz $F = xy$. Bei einer Flächenvergrösserung oder Abnahme der Blechstärke — Dehnung — wird die Ordinate stärker wachsen, als dies in der gleichseitigen Hyperbel für dieselbe Abscisse x der Fall wäre, und der Punkt wird ausserhalb der Hyperbel liegen. Demnach wird die *Lage* des fraglichen Punktes *ausserhalb* der gleichseitigen Hyperbel eine *Dehnung* und *innerhalb* derselben eine *Stauchung* anzeigen.

Das Gesagte ist nun in Fig. 8 rechter Zweig graphisch dargestellt. Das Bild wurde aus der Fig. 6 auf dem Wege erhalten, dass die einzelnen Punkte statt auf den Mittelpunkt der Scheibe auf die zugehörige, nächst tiefere Kreislinie als Achse bezogen (Fig. 8 linker Zweig), und nachher, um die Flächenvergleichung anstellen zu können, sämt-

Fig. 6.

liche Trapeze in Rechtecke reduziert wurden. Schliesslich wurde aus jedem Anfangspunkte die gleichseitige Hyperbel verzeichnet, um die Grenzen der Dehnung und Stauchung zu bestimmen. Diese Flächenvergleichung erneten sich aus den durch genaue Messungen gefundenen Durchmessern und Abständen (Fig. 5). Um die eintretende Dehnung oder Stauchung in Prozenten auszudrücken, wurde die Blechstärke 0,64 gleich der Einheit gesetzt. Der Ver-

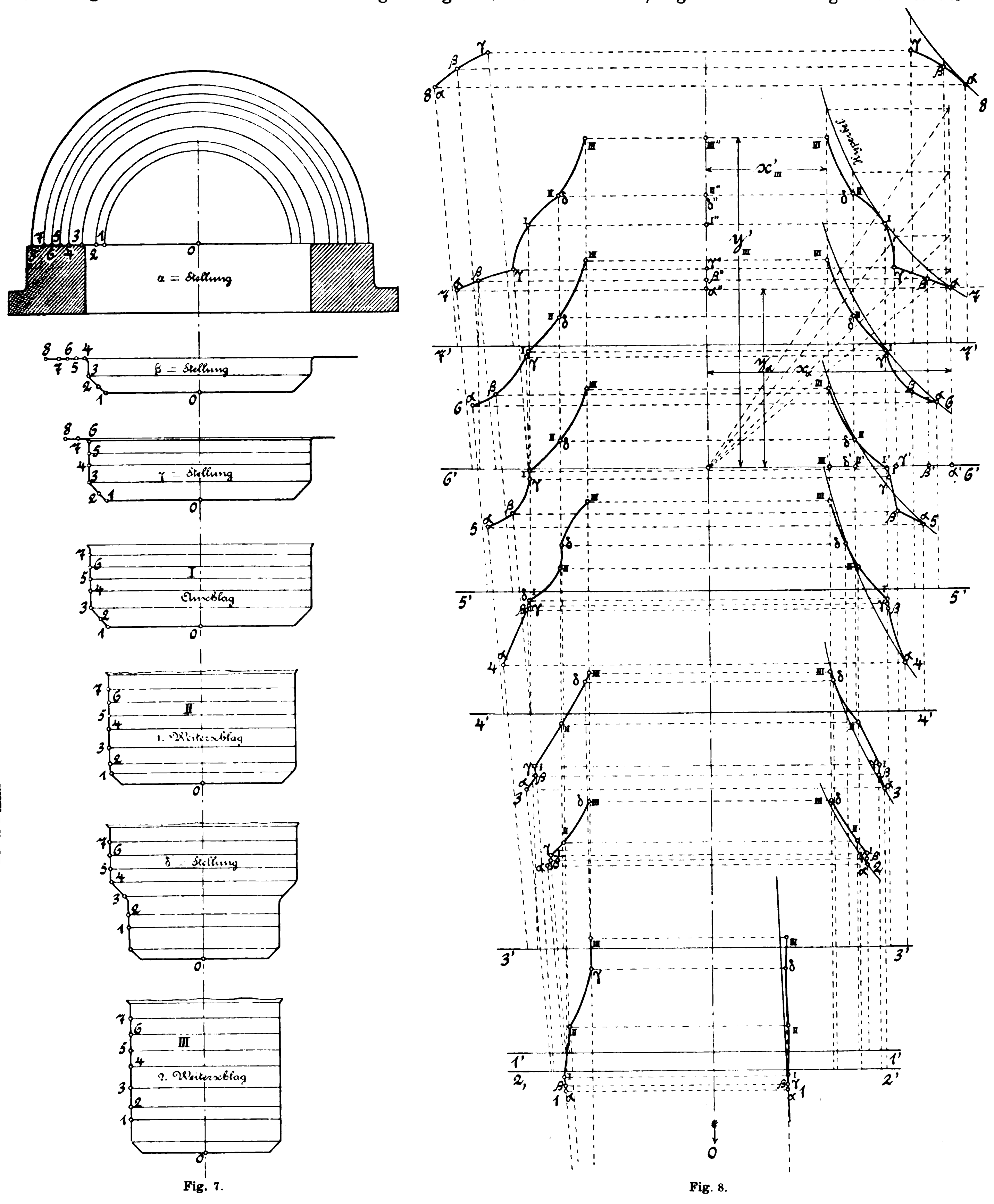


Fig. 7.

Fig. 8.

leichterte wesentlich die Arbeit, an den Versuchsstücken festzustellen, in welcher Ziehoperation, auf welchem Orte des Ziehstückes und in welchem Masse Zug- oder Druckspannung überwog.

Die in den Tabellen I und II (Fig. 9) eingetragenen Flächen und Blechstärken sämtlicher Kreisringe berech-

such ergab im Boden und den inneren drei Ringen eine Stärkenabnahme von 1 auf 0,992, 0,981, 0,985, 0,909; vom Ringe *4* bis *5* ab hingegen eine Zunahme von 1 auf 1,046, 1,064, 1,050 und 1,019. Diese Dehnungen bezw. Stauchungen erklären sich nun in folgender Weise:

Bei Fig. 7 drang der Ziehstempel mit der der an-

Tabelle der Flächen und Blechstärken.

	Ziehtiefe	0	37	66	87	120	140	160
	Stellung	α	β	γ	I	II	δ	III
	$d : h$	—	6,5	3,6	2,72	1,68	—	1,02
I Flächen der Kreisringe	0—1	31416	31667	31667	31984	33314	33335	34095
	1—2	6597	6726	6890	6914	6986	6887	6939
	2—3	11074	11240	11623	11668	11634	11211	10939
	3—4	12488	13730	13780	13984	12754	12389	12231
	4—5	9111	8708	9517	9898	9132	9132	8880
	5—6	9739	9154	9537	9707	9132	9132	9036
	6—7	9834	9362	8385	9784	9132	9132	9036
	7—Rand	15233	14956	13595	—	—	—	—
II Stärken der Kreisringe	0—1	1	0,992	0,992	0,982	0,943	0,942	0,921
	1—2	1	0,981	0,957	0,954	0,944	0,958	0,951
	2—3	1	0,985	0,953	0,949	0,951	0,988	1,012
	3—4	1	0,909	0,906	0,893	0,979	1,007	1,019
	4—5	1	1,046	0,957	0,921	0,998	0,998	1,026
	5—6	1	1,064	1,021	1,003	1,066	1,066	1,078
	6—7	1	1,050	1,175	1,005	1,077	1,077	1,088
	7—Rand	1	1,019	1,120	—	—	—	—

Fig. 9.

gestrebten Ziehtiefe h entsprechenden Geschwindigkeit c in die Scheibe zwischen den eingeritzten Kreislinien *2* bis *3* ein; da jedoch die Scheibe in Ruhe sich befand, und die Reibung der Ruhe eine bedeutend grössere ist, als die der Bewegung, so wollte der Scheibenrand im ersten Augenblicke noch stille stehen, während der mittlere Teil bis zur Kreislinie *3* die Ziehstempelgeschwindigkeit schon anzunehmen begann. Die Folge hiervon äusserte sich darin, dass der mittlere freie Teil gering gedehnt, während der nächste, festgeklemmte Ring *3* bis *4* von allen Ringen der grössten Dehnung unterzogen wurde. Sobald die weiteren, festgeklemmten Ringe in Bewegung gerieten, kürzten sie sich in der Peripherierichtung ungleich rascher als sie in der radialen sich dehnten, welcher Umstand eine *Flächenverkleinerung* und im Gefolge eine *Verdickung,* also *Stauchung* dieser Teile hervorrief.

Diese ganze Reihe von Veränderungen wahrzunehmen und zusammenzufassen, gestattet das Diagramm Fig. 8, wo die Punkte α, der α-Stellung und der Blechstärke Eins entsprechend, in der Hyperbel liegen, und die der β-Stellung entsprechenden Punkte β in den Ringen *0* bis *1*, *1* bis *2*, *2* bis *3*, *3* bis *4* ausserhalb der Hyperbel sich befinden, was eine Dehnung anzeigt, deren Mass nach dem Längenverhältnisse der α-β-Strecken ungefähr sich schätzen lässt. Am längsten ist die α-β-Strecke im Kreisring *3* bis *4*, was besagt, dass dort die grösste Dehnung aufgetreten ist. Im Kreisringe *4* bis *5* beginnt der β-Punkt innerhalb der Hyperbel zu liegen, was auf eine Stauchung hindeutet.

Unter den gleichen Umständen, also auf demselben Werkzeuge, bei derselben Blechhalterspannung und Eintauchflüssigkeit wurde das Arbeitsstück noch in zwei weiteren Absätzen gezogen, so dass die γ-Stellung und totaler Anschlag entstanden. Sowohl im ersten, als auch im zweiten Falle wiederholte sich dasselbe Spiel, welches bei β-Stellung schon näher beschrieben wurde. Der Boden und die inneren Ringe zeigten eine stetige Dehnung, die ersten festgeklemmten Ringe — also *4* bis *5* bei γ-Stellung und *6* bis *7* beim Anschlag — eine besondere Dehnung, die weiteren Ringe, so lange sie in der Scheibe lagen, eine Stauchung, nach dem Uebergang in den Cylinder in relativer Beziehung eine Dehnung, in absoluter jedoch eine Stauchung.

Da das Ziehen in Wirklichkeit in solchen Absätzen nicht stattfindet, fühlte ich mich veranlasst, um nicht irre zu gehen, einen gleich bemessenen Zuschnitt in einem Anschlagzuge unter den gleichen Bedingungen zu ziehen und fand im Boden und den Ringen *0—1* bis *5—6* ungefähr dieselbe Dehnung, wie bei den vorher besprochenen, im Ringe *3* bis *4* sogar noch etwas mehr. Die Ursachen, welche diese auffällige Gleichheit der Ergebnisse herbeiführten, waren jedoch sehr verschieden. In erstem Falle spielten die Unterbrechungen, die zufleiss eingeleitet worden waren, um die gewünschten Dimensionen ablesen und danach die im Blechinneren sich abspielenden Vorgänge beurteilen zu können, im zweiten Falle die vergrösserte Ziehgeschwindigkeit die grösste Rolle. Liessen sich jene Dehnungen, welche im ersten Falle durch den Uebergang aus dem Ruhezustand in Bewegung hervorgerufen worden waren, in Abzug bringen, alsdann könnte die Bedeutung der der grösseren Ziehtiefe entsprechend vergrösserten Geschwindigkeit recht augenscheinlich werden. Auf die Erklärung dieser Thatsache möge jedoch, um die Aufmerksamkeit des Lesers nicht zu zerstreuen, später eingegangen werden.

Danach wurde zur Analyse des Weiterschlages geschritten. Bei Fig. 7 I fand die Blechhalterspannung im Kegelstumpfe des Anschlages und zwar in den Kreislinien *1 2 3* statt. Der Ziehstempel zog das Blech in die Weiterschlagmatrize und verlieh dem Arbeitsstück die Form des ersten Weiterschlages. Im Diagramm und in der Flächentabelle (Fig. 8 und 9) finden sich die Einzelheiten: Der neu erhaltene Weiterschlag wurde im Boden und im Kegelstumpf um 2 % stärker gedehnt, als dies im Anschlage der Fall war. Die eingeklemmten Ringe *1* bis *2*, *2* bis *3* dehnten sich gering und die Dehnung erfolgte aus analogen Gründen, wie die des Ringes *3* bis *4* im ersten Zuge. Die weiteren Ringe zeigten im allgemeinen eine Stauchung, die um so bedeutender war, je näher die Partien der Mündung gelegen waren, mit Ausnahme des im Anschlage *über dem Kegelstumpfe* gelegenen Ringes *3* bis *4*, welcher *selbst* im Vergleich mit dem obersten Ringe einer um 2,5 % grösseren — relativen — Stauchung unterlag.

Diese eigentümliche Erscheinung, welche an anderen Versuchsstücken ebenfalls auftrat, war folgendermassen hervorgerufen worden: Entsprechend der Blechstärke der am Kegelstumpf gelegenen Ringe *1* bis *2*, *2* bis *3* wurde die Blechhalterspannung auf 0,954 mm eingestellt und musste beim Durchgange des folgenden Ringes *3* bis *4* infolge seiner bedeutend kleineren Stärke 0,893 in hohem Masse sich verkleinern, oder eine zeitliche Entspannung herbeiführen, welche den Körperteilchen genügend Raum zur Verfügung stellte, um der Druckbeanspruchung in höherem Masse Folge zu leisten, als die anderen Ringe.

Schliesslich führte ich noch einen absatzförmigen Weiterschlag aus, um auch über die Veränderungen in der Sphäre des Kegelstumpfes im klaren zu sein. Die erhaltenen Resultate besagen, dass der Boden bis zur Linie *1* einer sehr geringen Dehnung, dagegen der Ring *1* bis *2* und noch mehr *2* bis *3* einer analogen, schon oben beim Ringe *3* bis *4* im Anschlage besprochenen Stauchung unterlagen. Der auf dem Kegelstumpf befindliche Ring *3* bis *4* stauchte sich in gleicher Weise wie die äusseren Ringe des Scheibenrandes im ersten Zuge; im fertigen zweiten Weiterschlage kam die Stauchung noch mehr zur Geltung. In diesem Zuge wiederholte sich genau dasselbe Spiel wie beim ersten Weiterschlage.

Endlich wäre noch ein Wort hinsichtlich jener Beanspruchungen zu sagen, welchen der Querschnitt an und für sich beim Formübergang ausgesetzt war. In Fig. 10 ist ein solcher Querschnitt in zehnfacher Vergrösserung dargestellt und seine neutrale Faserschichte mit NN bezeichnet. Beim Uebergang des Arbeitsstückes aus der ebenen Form in jene des Anschlages ward der Querschnitt des Zuschnittes um eine Kante gebogen, welche Biegung in den Fasern der Zugseite eine *Dehnung,* in jenen der Druckseite eine *Stauchung bleibend* hervorrief, während beim Uebergang aus dem Cylinder in den Kegelstumpf und aus diesem in den engeren Cylinder zwei Kantungen

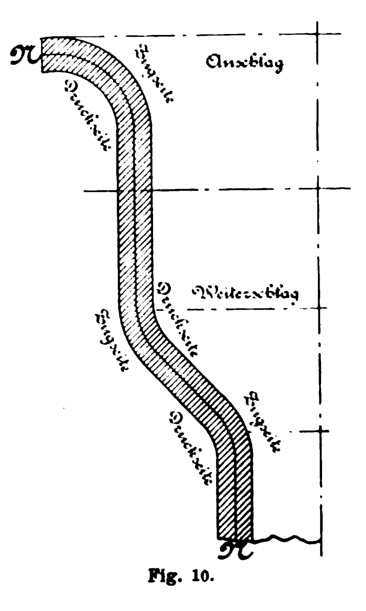


Fig. 10.

Platz hatten, wodurch die bei erster Biegung hervorgerufene Dehnung der äusseren bezw. Stauchung der inneren Faserschichten bei zweiter Biegung aufgehoben ward.

Wenn auch die hierdurch verursachten Verschiebungen der Körperteilchen infolge der geringen, gewöhnlich 1 mm nicht übersteigenden Plattenstärke einer Messung sich entzogen, bleibt die Kenntnis derselben nicht nur in theoretischer, sondern auch in praktischer Richtung von Bedeutung. Danach sind alle scharfen Ecken zu vermeiden und entsprechend der Geschmeidigkeit des verwendeten Materials abzurunden. Ausserdem wird durch obige Thatsache erwiesen, dass das Material ausser der schon erörterten radialen Zug- und peripherialen Druckspannung noch einer *Biegungsbeanspruchung* ausgesetzt ist.

Sowohl bei dem hier wiederholten, als auch bei den anderen Versuchen wurden aus zweierlei Gründen *runde* Scheiben gewählt: erstens, weil solche überall und vorwiegend verwendet, und zweitens, weil daraus die einfachsten Gebilde, Kreiscylinder erhalten werden. Dass auch beim Ziehen von ovalen, oblongen, viereckigen oder anders geformten Artikeln die grundsätzlichen Erscheinungen sich wiederholen werden, ist nicht zu bezweifeln, da zu den Wänden dieser Gefässe stets Krümmungskreise gefunden und die betreffenden Teile des Zuschnittes als Teile einer runden Scheibe angesehen werden können.

Unter Zugrundelegung der mitgeteilten Versuche definiert sich also das Ziehen im allgemeinen folgendermassen:

1. *Ziehen nennt man jenen Arbeitsvorgang, bei welchem eine Platte oder ein Hohlgefäss unter Belastung der Ränder bezw. des äussersten Bodenringes, entsprechend der Tiefe des zu erzeugenden Hohlgefässes, in einem Zuge — Anschlage — oder in mehreren Zügen — einem Anschlage und Weiterschlägen — von Ziehstempeln in stets engere Matrizen gezogen wird, wobei das Material einer Zug-, Druck- und Biegungsbeanspruchung unterliegt.*

2. *Beim Anschlage erscheint hierbei das Material im Scheibenrande in sehr hohem, in den oberen Sphären des Hohlkörpers im minderen Masse gestaucht; im innersten, festgeklemmt gewesenen Teile bedeutend und im Boden schwach gedehnt.*

3. *Der Weiterschlag zeigt im Boden eine grössere, in dem festgeklemmt gewesenen Teile eine geringere Dehnung; in den nächst höheren Partien tritt im Vergleich mit dem Anschlage eine Stauchung ein, welche jedoch absolut genommen eine Dehnung ist im Gegensatze zu den der Mündung nahe gelegenen Teilen, die absolute Stauchung aufweisen.*

Wie die bisherigen Erfahrungen im Betriebe erkennen lassen, ist die Möglichkeit, vollkommen gleiche Ziehresultate zu erreichen, nicht immer vorhanden, weil die während des Arbeitsvorganges ins Spiel kommenden Nebenumstände häufig grosse Schwankungen der Ergebnisse herbeiführen. Soll obige Forderung erfüllt werden, alsdann müssen die den Ziehprozess unmittelbar beeinflussenden Faktoren, wie

1. *die Ziehgeschwindigkeit,*
2. *die Blechhalterspannung,*
3. *die Reibungswiderstände,* und
4. *die Materialeigenschaften*

möglichst konstant gehalten werden. (Schluss folgt.)

Schütte's Vorrichtung zum Anhalten von Eisenbahnzügen.

Wir haben an dieser Stelle bereits wiederholt Eisenbahneinrichtungen besprochen, deren Zweck es ist, die Wirksamkeit der zur Sicherung des Zugsverkehrs auf den Strecken und Stationen zur Verwendung kommenden, *sichtbaren* Haltsignale derart zu erhöhen, dass sie seitens des Maschinenführers trotz Nebel oder anderer Sehhindernisse nicht unbeachtet bleiben oder einfach überhaupt nicht überfahren werden können. Alle einschlägigen Vorrichtungen lassen sich in zwei Hauptklassen zusammenfassen: Die erste und ältere Gattung will nämlich lediglich die Aufmerksamkeit des Maschinen- und Zugspersonals durch ein zweites, auf das Gehör wirkendes Ankündigungs- oder Vorsignal warnend auf das sichtbare Haltsignal hinlenken, sei es durch das Ertönen eines grossen Läutewerkes, das entsprechend weit vor dem „sichtbaren Signal" aufgestellt ist, wie z. B. bei den Anordnungen von *Siemens und Halske, Hattemer* u. a., sei es durch die Explosion auf die Schienen gelegter Knallkapseln, wie z. B. bei den Anordnungen von *Dixon* (1894 **292** * 135) oder *Leschinsky* (1897 **306** * 255) u. a., oder durch Entladungen von Schüssen, wie beispielsweise bei der Anordnung von *Dreyse und Collenbusch, Schellens* (1892 **283** * 238), *Fein* u. a. m. Bei den Einrichtungen der zweiten Klasse übt jedoch das auf *Halt* stehende sichtbare Signal eine direkte Rückwirkung auf den Zug, sei es, indem auf der Lokomotive ein Warnungszeichen hervorgerufen wird, etwa durch selbstthätige Auslösung der Dampfpfeife, wie z. B. bei der *Lartigue*'schen, oder bei der *Geradini*'schen, oder der *Wismann*'schen Anordnung (1893 **287** * 162), oder indem ein Läutesignal erfolgt, wie bei der *Boult*'schen Anordnung, sei es, dass gleich der Lauf des Zuges selbst durch die automatische Thätigmachung des Regulierhahnes der Luftdruckbremse gehemmt wird, wie dies beispielsweise bei der bekannten *Delebeque und Banderali*'schen Anordnung der französischen Nordbahn oder bei der auf der West-Lucashire-Eisenbahn in Verwendung stehenden *Pratt*'schen Signaleinrichtung (1898 **310** * 154) der Fall ist.

Nach den bisherigen Erfahrungen erscheint es so ziemlich ausser Frage gestellt, dass von den vorgedachten zwei Einrichtungsformen eben nur die letztere auf volle Erreichung des damit angestrebten Zieles hoffen lässt, denn auch die hörbaren Vorsignale auf der Strecke können bei heftigen Stürmen oder sonstigen aussergewöhnlichen Umständen möglicherweise nicht wahrgenommen werden, während kräftige Signalzeichen, welche sich unmittelbar auf der Lokomotive äussern, vom Maschinenpersonal absolut nicht unbemerkt bleiben können. Als radikalste Massnahme darf es natürlich gelten, wenn nicht erst signalisiert, sondern wenn ohne weiteres der Zug, welchem die Fahrt verboten ist, gebremst wird. Es gibt jedoch auch ernste und erfahrene Eisenbahnbetriebsmänner, welche der Anschauung sind, dass Vorsignale auf der Strecke hinreichen sollten, denn bei Einführung von Vorsignalen auf der Lokomotive läge eine gewisse Einschläferung der Wachsamkeit der Maschinenführer nahe, indem sich dieselben sehr bald lediglich auf die selbstthätige Signalisierung bezw. auf die selbstthätige Bremsung des Zuges verlassen und den sichtbaren Haltsignalen nur eine flüchtige Aufmerksamkeit zuwenden würden, wodurch in Fällen des Versagens der Vorrichtung um so gefährlichere Folgen zu befürchten stünden. Auch hält man es auf vielen, und namentlich auf den englischen Bahnen für wichtig, das Bremsen des Zuges lediglich der Beurteilung und Hand des Maschinenführers vorzubehalten. Allein, wenn gleich diese Bedenken keineswegs als unbegründet angesehen werden dürfen, lässt sich ebensowenig an der Thatsache rütteln, dass sowohl mit selbstthätigen Vorsignalen auf der Lokomotive, als mit der selbstthätigen Bremsenauslösung schon seit Jahren tadellose Erfolge erzielt worden sind. Dieser Umstand veranlasste ja auch den französischen Minister der öffentlichen Arbeiten erst vor kurzem wieder ein Rundschreiben an die Eisenbahnen zu erlassen, in welchem er ihnen die Einführung von Einrichtungen zur Sicherung des Anhaltens der Züge dringend nahe legt. In diesem Erlasse wird



auch der weiter oben angeführten Bedenken gedacht und bemerkt, dass dieselben wegfallen, wenn der selbstthätigen Dampfpfeifen- oder Bremsenauslösung eine Kontrollvorrichtung beigegeben ist, mit deren Hilfe jede Unachtsamkeit und jeder Fehler des Maschinenführers hinsichtlich der Beachtung der sichtbaren Haltsignale ersehen und nachgewiesen werden kann, so dass sich dem Einreissen einer Laxheit in der Signalbeobachtung von vorhinein durch scharfe Strafandrohungen begegnen lässt. Solche Kontrollvorrichtungen hat man ja auch bereits verschiedene erfunden und die grossen Eisenbahnen Frankreichs sind derzeit gerade daran, im Sinne der vorgedachten Aufforderung des Ministers im Einvernehmen mit der Eisenbahnverkehrskommission Versuche durchzuführen.

Nach diesen erläuternden Vorerinnerungen kann nun wohl in die nähere Schilderung der *Schütte*'schen Anordnung eingegangen werden, die zur zweiten Gattung der in Rede stehenden Sicherungseinrichtungen gehört und deshalb aus zwei getrennten Teilen besteht, von denen sich der eine auf den Zuglokomotiven, der andere auf den Bahnstrecken befindet. Ersterer besteht aus zwei Hebelarmen a (Fig. 1 und 2), die gemeinsam auf einer wage-

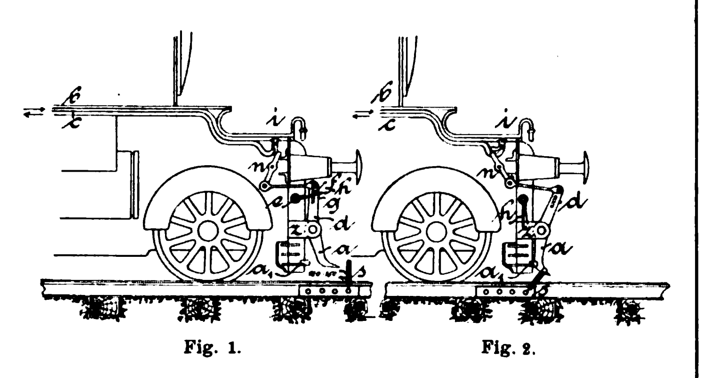


Fig. 1. Fig. 2.

rechten Drehachse z festgekeilt sind, welche, von zwei Lagern getragen, vorn querüber an der Lokomotive angebracht ist. Diese beiden, rechts und links an der Maschinenbrust nach abwärts reichenden parallelen Arme a stehen genau auf Geleiseweite voneinander ab, d. h. sie haben ihren Platz senkrecht über den beiden Schienensträngen des Fahrgeleises. Auf der Drehachse z sitzt noch ein dritter, jedoch nach aufwärts gekehrter Arm d fest, der allenfalls mit dem einen oder dem anderen Arm a gleich ein einziges Stück bilden kann, und dessen oberes Ende durch eine Verbindungsstange an einen um den Drehbolzen n beweglichen, zweiarmigen Hebel angelenkt ist. Die in Fig. 1 ersichtlich gemachte Stellung der soeben betrachteten Teile entspricht der *normalen Ruhelage*, welche mittels eines schwachen Drahtseiles h gesichert wird, das um den Arm d geschlungen, mit seinen beiden Enden an dem Bolzen e festgeknüpft und mit Hilfe einer einfachen Spannvorrichtung fg festgewürgt ist. Bei dieser Hebelstellung ruht das obere Ende des um n drehbaren Doppelhebels hinter dem in seiner regelrechten Verschlusslage befindlichen Hahn i der Bremsluftleitung b. Gerät jedoch während der Fahrt der Lokomotive einer der Arme a an ein Hindernis, das genug kräftig wirkt, um das Bindeseil h zu zerreissen und a einzuknicken, so nehmen die Teile der Lokomotivvorrichtung die in Fig. 2 dargestellte Lage an. Bei der begreiflichermassen ganz plötzlich erfolgenden Aenderung der Hebelstellungen hat der obere Arm des um n drehbaren Hebels den Abschlusshahn i erfasst und dergestalt gedreht, dass die Bremsluftleitung geöffnet und die ausströmende Pressluft in das Rohr c geleitet wurde. Letzteres steht mit einer am Führerstand angebrachten Trompete in Verbindung, die nunmehr durch die einströmende Pressluft zum Ertönen gebracht wird, während gleichzeitig der in der Bremsluftleitung eintretende Druckverlust die Bremsung des Zuges einleitet. Bremsung und Warnungssignal beginnen sonach im gleichen Momente und der Zug hat hierüber unverzüglich anzuhalten und stehen zu bleiben, bis die Fahrt wieder freigegeben ist. Inzwischen müssen an der Lokomotive die Auslösehebel a wieder in die Ruhelage zurückgestellt und darin durch ein neues Seilstück h festgemacht werden, wozu nur wenige Sekunden erforderlich sind. Zieht es eine Verwaltung vor, dass die Stellungsänderung der Auslösehebel keine Bremsung herbeiführt, sondern lediglich die Warnung des Maschinenpersonals bewirkt, sei es aus betriebstechnischen Gründen, sei es, weil das Bremssystem der Züge die selbstthätige Wirksammachung entweder gar nicht oder wenigstens nicht auf einem wünschenswert einfachen Wege gestattet, so lässt sich dies selbstverständlich mit Hilfe der vorgeschilderten Auslösevorrichtung in jeder beliebigen Weise erreichen; ebensowenig unterläge es einer Schwierigkeit, alle Teile der Vorrichtung bis auf geringe Abänderungen, die an dem letzten, den Hahn i vertretenden Teil notwendig werden, sowohl auf Eilzugsmaschinen als auf Güterzugsmaschinen in Verwendung zu nehmen, wenn auch die Bremssysteme der beiden Zugsgattungen verschieden wären. Es wäre schliesslich ganz leicht möglich, die Sicherungsvorrichtung auch gleich für zweierlei Bremssysteme zurecht zu machen, wenn die Lokomotiven, wie dies ja auf manchen Bahnen der Fall ist, in diesem Sinne ausgerüstet sind und ausgenutzt werden.

Um das Knicken des Hebels a zu bewirken, benutzt *Schütte* einfache Drahtseilschleifen s (Fig. 1 und 2), die durch einen Blechring hochgehalten und entweder neben oder unmittelbar an einem der beiden Schienenstränge des Geleises festgemacht werden. Trifft die Lokomotive auf ihrer Fahrt ein derartiges künstliches Hindernis, so schlüpft das vorgestreckte, zugespitzte Ende des über dem betreffenden Schienenstrang daherkommenden Armes a in die Schlinge hinein, um sie bei der Weiterfahrt zu zerreissen, wozu es aber einer bestimmten, nennenswerten Kraft bedarf, weil das zur Schlinge verwendete Stahldrahtseil stärker und widerstandskräftiger gewählt ist, als das Verschlussseil h. Beim Anfahren einer Hindernisschlinge zerreisst also zuförderst der Verschluss h, sodann kippt der Arm a oder kippen vielmehr die Arme a bis zu ihrem Anschlag a_1, wodurch bereits die oben besprochene Auslösung des Warnungssignals — nebst Bremsenbethätigung oder ohne Bremsenbethätigung — erfolgt, und schliesslich wird auch die Drahtschlinge s durchgerissen, d. h. das Hindernis wieder zerstört, nachdem es seine Aufgabe erfüllt hat. Soll die Fangschlinge im Zusammenhange mit ständigen Signalen, beispielsweise mit Bahnhofabschlusssignalen o. dgl. wirken, die mittels Drahtzügen gehandhabt werden, so dient hierzu auf eingeleisigen wie auf zweigeleisigen Bahnen die in Fig. 3 und 4 ersichtlich gemachte, in entsprechender Entfernung vor dem zugehörigen sichtbaren Signal neben dem Fahrgeleise anzubringende und durch die Fortsetzung der Signalstelldrähte bewegte Vorrichtung. Dieselbe besteht im wesentlichen aus der in zwei Lagern ruhenden Achse y, auf welcher eine Speiche, eine Scheibe o. dgl. festsitzt, die von der zum Signalstellen dienenden Drahtzugvorrichtung dergestalt angetrieben wird, dass ein auf y befindlicher Exzenter in Uebereinstimmung mit der Lage des sichtbaren Signals auf *Halt* hochgehoben ist, wie es Fig. 3 zeigt, während er bei der Signallage für *Freie Fahrt* im Sinne der Fig. 4 sich nach abwärts kehrt. Der Exzenter hebt bezw. senkt zwangsläufig durch Einwirkung der Führung k auf den Zapfen r einen um die Achse x beweglichen, an seinem freien Ende die Fangschlinge s tragenden Arm q, in die beiden durch Fig. 3 und 4 gekennzeichneten Grenzlagen. Würde also ein Zug das Einfahrtsignal auf *Halt* vorfinden und nicht rechtzeitig anhalten, so fährt er in die hochgehobene Schlinge s, wodurch die Auslösung der Lokomotivvorrichtung erfolgt; steht hingegen das Einfahrtsignal auf *„Freie Fahrt“*, dann liegt die Schlinge s zu tief, als dass sie der Hebel a (Fig. 1) zu erreichen vermöchte, und es kann somit auch keine Auslösung der Lokomotivvorrichtung eintreten.

Durchaus neu und in der That äusserst wertvoll ist an der *Schütte*'schen Anordnung die Freiheit, mit der das auslösende Hindernis auf der Strecke zur Verwendung gebracht werden kann, indem die Fangschlinge, wie schon früher angedeutet wurde, keineswegs an eine in der Strecke ständig vorhandene, mechanische Hilfsvorrichtung, wie sie Fig. 3 und 4 darstellt, gebunden ist, sondern sich ganz nach Bedarf an *jeder Stelle der Bahn* anbringen lässt. Die Art und Weise der Anbringung lässt sich mannigfach

variieren und dem Oberbau in jeder Beziehung leicht anpassen. Ganz ohne Zweifel wird sich bei einer regulären Einführung der Einrichtung sehr bald eine solche Vervollkommnung in dem Befestigungsverfahren und in der Akkommodation der Schleifenanordnung an die örtlichen Erfordernisse erzielen lassen, dass das Auslegen der Warnungsschlingen schliesslich seitens der Bahnbediensteten kaum weniger leicht und schnell besorgt werden würde, als das Auslegen von Knallkapseln. Ein Beispiel für die Anbringung von Hindernisschlingen bei gewöhnlichem Oberbau mit Vignoles-Schienen auf Querschwellen lässt sich aus Fig. 5 ersehen, wo die Schleife in der Vorder-, sowie in der Seitenansicht dargestellt ist. Zur Herstellung derselben sind drei bereits im vorhinein vorbereitete Bestandteile erforderlich, nämlich ein kreisförmig gebogener Weiss-

Fig. 3.

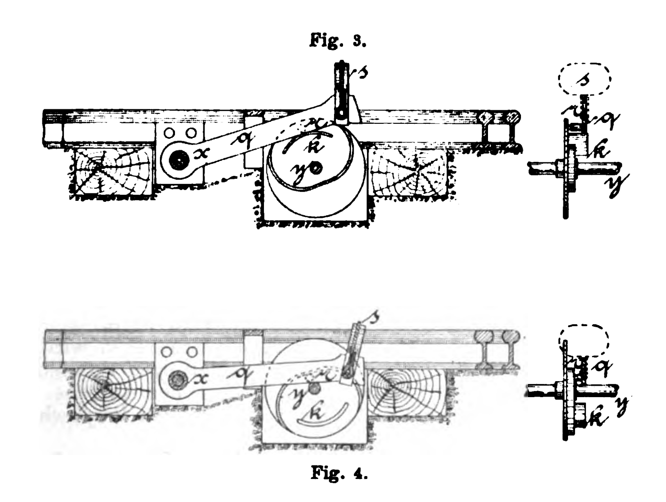


Fig. 4.

blechstreifen w, dann das aus demselben Material bestehende Klemmstück v und das an seinen beiden Enden mit Schlüpfaugen versehene Seilstück s aus Stahldraht. Letzteres wird beim Auslegen über die Fahrschiene geschlungen, wobei man die kleinere Endöse durch die grössere schiebt und dann den spiralförmigen Drahtsplint t vorsteckt. Sodann wird die Seilschlinge durch den Blechstreifen w unterstützt, dessen Enden w_1 und w_2 in den Spalt des Klemmstückes v eingeschoben und so weit, als sie überflüssig vorstehen, rechts und links über den Schienenkopf mit der Hand heruntergebogen werden, ähnlich wie die Blechstreifenklemmen an den Knallsignalkapseln. Beim Einlegen der Schlinge soll übrigens darauf geachtet werden, dass das lange Ende des Klemmstückes v die Richtung des anzuhaltenden Zuges erhält, welche in Fig. 5 durch den Pfeil angedeutet erscheint, um dem vorzeitigen Umwerfen des Ringes w zu begegnen. Trifft der Auslösearm a der Lokomotive auf eine Schlinge der zuletzt beschriebenen Form, so wird nebst dem Seile s gewöhnlich auch der Streifen w devastiert und mit samt dem Auflagestück v weggeschleudert. Bei den ständigen Vorrichtungen nach Fig. 3 und 4 sind aber die aus Federnstahl hergestellten, zum Emporhalten der Drahtseilschlinge dienenden Blechstreifen an dem Arm q steif befestigt und zwar kranzförmig gebogen, allein im Scheitel nicht geschlossen, sondern offen; sie werden daher durch den Auslösearm der Lokomotive nicht zerstört, sondern nur gegeneinander gebogen, weshalb sich der nach jedem Ueberfahren der auf *Halt* gestellten Vor-

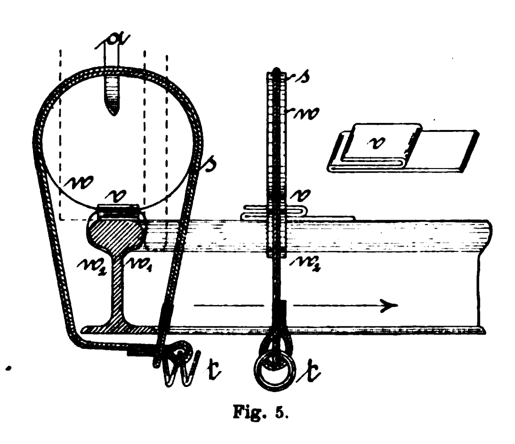


Fig. 5.

richtung erforderliche Ersatz hier lediglich auf ein frisches Seilstück s beschränkt.

Für alle Fälle liegt das Schwergewicht in dem schon hervorgehobenen Vorzug, dass sich das auslösende Hindernis ohne weiteres an jedem Punkte des Geleises anbringen lässt. Es ist das so eine Art „Ei des Kolumbus“ und jetzt, nachdem die Zulässigkeit und Verlässlichkeit der *Schütte*'schen Anordnung bei den seitens der Königl. Eisenbahndirektion in Halle a. S. und der Belgischen Staatseisenbahn damit angestellten Versuchen so trefflich erwiesen wurde, lässt sich für das Gedeihen und die Weiterentwickelung dieser für die Sicherung der Züge bei ungünstiger Witterung und Nacht so sehr wertvollen Einrichtung wohl nur ein *günstiges* Prognostikon stellen.

Kleinere Mitteilungen.

Der Telephonograph.

Ueber eine Erfindung des dänischen Ingenieurs *Poulsen*, der Telephonograph oder das Telegraphon, bringt die *Frankfurter Zeitung* nach der *Physikalischen Zeitschrift* vom 23. Juni folgende interessante Notiz. Die Erfindung könnte treffend als *Magnetophonograph* bezeichnet werden, da sie die Prinzipien des Phonographen auf das elektromagnetische Gebiet überträgt. Es ist demgemäss mit Hilfe dieses Apparates möglich, das gesprochene Wort auf *magnetischem* Wege bleibend *aufzuzeichnen*, um es dann telephonisch beliebig oft wiederholen zu können.

Das wird in folgender Weise erreicht: Die in einem Mikrophon bei einer Schallübertragung erregten *Stromwellen* werden in einen geeigneten *Elektromagneten* geleitet und erzeugen zwischen den Polen desselben ein den Schalloscillationen entsprechendes „schwingendes“ Magnetfeld. Diese periodischen Schwankungen der magnetischen Intensität markieren sich auf einem durch das Feld gezogenen magnetisierten Stahldraht oder -band als Stellen stärkerer und schwächerer Magnetisierung, so dass der Draht die zeitlichen Schwankungen der Feldstärke ganz ebenso räumlich nebeneinander aufschreibt, wie die Wachswalze des gewöhnlichen Phonographen die Schwingungen der Membran.

Das Ueberraschende ist, dass die Anordnung eine genügende Intensität der Wirkung erzielen lässt. Bei der *Wiedergabe* wird an Stelle des Mikrophons ein *Telephon* geschaltet und der Draht in gleicher Weise zwischen den Polen des Elektromagneten hindurchgezogen. Jetzt induzieren die verschieden stark magnetisierten Stellen des Drahtes entsprechende Stromoscillationen, die sich im Telephon in Schallwellen umsetzen.

Ueber die *Konstruktion* der *Apparate* berichtet die *Elektrotechnische Zeitschrift* etwa folgendes: Eine Ausführungsform besteht darin, dass auf eine Walze ein etwa 1 mm dicker Stahldraht in einer Nut schraubenförmig aufgewunden ist. Als Schreiber dient ein kleiner Doppelelektromagnet, dessen weicher Eisenkern einen geringen Durchmesser besitzt. Die freistehenden Polenden des Doppelelektromagneten sind so angeordnet, dass sie den Draht umfassen. Wird der Apparat in Betrieb gesetzt, so schiebt die Walze selbstthätig den auf dem aufgewundenen Draht schleifenden Doppelelektromagneten weiter. Vor dem Schreiben wird durch den Elektromagneten ein konstanter Strom geschickt; derselbe bewirkt, dass der Draht quer zu seiner Längsrichtung gleichmässig magnetisiert wird. Beim Schreiben selbst wird derselbe Doppelelektromagnet von den in der Sekundärwickelung der Mikrophoninduktionsspule erzeugten Induktionsstössen umflossen; dabei wird der remanente Magnetismus des Stahldrahtes

bald verstärkt, bald geschwächt, entsprechend den an der Mikrophonmembran erregten Schallschwingungen. Will man das auf diesem Wege magnetisch fixierte Gespräch u. s. w. wiederholen lassen, so hat man nur den Elektromagneten von neuem über den Draht laufen zu lassen und an Stelle des Mikrophons ein Telephon in den Stromkreis einzuschalten.

Man kann das Gespräch beliebig oft wiederholen, ohne dass eine wesentliche Schwächung zu bemerken ist. Soll der Draht für ein neues Gespräch aufnahmefähig gemacht werden, so schickt man durch den Elektromagneten einen Gleichstrom; dadurch werden die in dem Draht vorhandenen magnetischen „Berge und Thäler“ nivelliert. An Stelle des *Drahtes* kann man auch mit Vorteil *Stahlbänder* anwenden, welche man dann wie Papierstreifen beim Morse-Apparat aufwickelt.

Eine dritte Form dient dazu, eine Nachricht *mehreren* Teilnehmern gleichzeitig zukommen zu lassen. Ein in sich geschlossenes Stahlband läuft gespannt über zwei rotierende Achsen; zuerst passiert dasselbe den Schreibelektromagneten, sodann eine Reihe von Hörelektromagneten und zuletzt einen Löschelektromagneten, der das aufgezeichnete Gespräch sofort wieder „wegmagnetisiert“. Der mit dem Erfinder zusammenarbeitende Ingenieur *Pedersen* hat die *Poulsen*'sche Erfindung in geistvoller Weise modifiziert, so dass man auf *einem* Drahte *zwei* Gespräche aufzeichnen kann, derart, dass man jedes einzelne derselben ungestört durch das andere abhören kann. Er verwendet zwei hintereinander geschaltete, im übrigen völlig gleiche Elektromagnete. Nachdem durch dieselben ein Gespräch auf dem Draht fixiert ist, wird die Stromrichtung in dem einen Elektromagneten umgekehrt.

Würde man jetzt den Apparat wiedergeben lassen, so würde man an einem eingeschalteten Telephon nichts hören können, da die in den Windungen des einen Elektromagneten erzeugten Induktionsströme gleich gross und entgegengesetzt denen des anderen wären; beide würden sich völlig aufheben. Man kann also in dieser Stellung ein *zweites* Gespräch auf den Draht schreiben, welches andererseits bei der ersten Schaltung nicht wiedergegeben werden könnte. Je nachdem man bei der Wiedergabe das erste oder zweite Gespräch zu hören wünscht, hat man den einen Elektromagneten in seiner ursprünglichen Stellung zu belassen oder ihn umzukehren. Hört man nur durch einen Elektromagneten, so hört man beide Gespräche gleichzeitig. Diese *Pedersen*'sche Anordnung kann dazu dienen, auf einer Fernsprechleitung gleichzeitig zwei Gespräche zu führen.

Nach dem Gesagten bedarf es keines Hinweises mehr auf die praktische Wichtigkeit der *Poulsen*'schen Erfindung. Wenn es gelingt, die auf diesem Wege hervorgerufenen Aenderungen des remanenten Magnetismus genügend stark zu machen, so ist eine grosse *Umwälzung* auf *telephonischem Gebiete* zu erwarten.

Die in die Oeffentlichkeit gelangten Urteile über die praktischen Ergebnisse der telegraphonischen Apparate sind ausserordentlich *günstig*; der Einführung in die Praxis scheint nichts mehr im Wege zu stehen; das Telegraphon soll die Laute mit der Deutlichkeit und Reinheit des Telephons wiedergeben.

Es ist vielleicht interessant zu bemerken, dass schon *Edison* kurz nach Erfindung des Telephons eine Methode ersonnen hatte, um das gesprochene Wort mittels des Ferntöners aufzuzeichnen, allein seine Methode, einen Papierstreifen am Rande auszacken zu lassen, war viel zu roh, um günstige Resultate zu erzielen. Aus dieser *Edison*'schen Anordnung ist der mechanische Phonograph hervorgegangen.

Bücherschau.

Neuere Dampfkesselkonstruktionen und Dampfkesselfeuerungen mit Rücksicht auf Rauchverbrennung. Herausgegeben vom Verbande deutscher Dampfkesselüberwachungsvereine. P. Stankiewicz' Buchdruckerei, Berlin. Preis geb. M. 40.—

Der enorme Aufschwung der Elektrotechnik in dem letzten Jahrzehnt hat auf dem gesamten Gebiete des Dampfmaschinenbaues eine vollständige Umwälzung hervorgerufen, so dass eine gleichzeitige Umgestaltung in der Konstruktion und der Fabrikation der Dampfkessel eine Notwendigkeit wurde. Die grossen Dampfmaschinen verlangen eine mehrstufige Expansion, um mit geringen Dampf- resp. Kohlenmengen grosse Leistungen zu erzielen. Infolgedessen müssen die Kessel für sehr hohen Druck gebaut werden.

Diese Forderung hat eine Menge Konstruktionsänderungen an den Dampferzeugern gezeitigt, welche sowohl in der Form der Kessel, als auch in der Ausführung der Verschlüsse, der Nietverbindungen, der Auswahl des geeigneten Materials u. dgl. zum Ausdruck kommen.

Der Erzeugung möglichst trockenen Dampfes wird grosse Aufmerksamkeit gewidmet. Die ausgedehnte Anwendung von Dampftrocknern oder Dampfüberhitzern war eine direkte Folge dieser Bestrebung; auch hierdurch wurden mehr oder weniger grosse Umgestaltungen in den Kesselformen und in der Einmauerung der Kessel hervorgerufen.

Die Lage der grossen Zentralen in dicht bevölkerten Städten lässt den berechtigten Wunsch nach möglichst vollkommener Verbrennung erkennen, um die Belästigung durch Rauch und Russ nach Möglichkeit einzuschränken.

Diesem Punkte trägt die Neuauflage des Werkes Rechnung, indem sie eine Anzahl derartiger Ausführungen in Zeichnung und Beschreibung liefert.

Auch das Raumbedürfnis grosser Zentralkesselanlagen in dicht bewohnten Gegenden spielt eine wichtige Rolle. Nach dieser Richtung hin bietet die vorliegende Neuauflage ebenfalls bemerkenswerte Anhaltspunkte.

Dem Werke sind eine Anzahl amtlicher Verdampfungsversuchs- und sonstiges Tabellenmaterial beigegeben, das einen guten Einblick in die Vorzüge und den Nutzeffekt der einzelnen Systeme gestattet.

Die Ansichten über die Verwendung des geeignetsten Materials haben in den letzten Jahren eine wesentliche Klärung erfahren; auch hierüber enthält die Neuauflage das Wichtigste.

Ein besonderer Wert aber wird dem vorliegenden Werke gegenüber der ersten Auflage dadurch gegeben, dass die jetzigen Tafeln fast durchweg Ausführungszeichnungen mit Massen enthalten, die dem Fabrikanten und dem Konstrukteur grosses Interesse abgewinnen werden. Ein Wunsch dürfte hierbei zum Ausdruck gebracht sein, nämlich, dass auch eine derartige Zeichnung an Stelle der sehr einfach gehaltenen schematischen Darstellung der Tenbrink-Kessel (Tafel 76) getreten wäre.

Dem angehenden Ingenieur und dem Interessenten wird das Werk ein Bild über die vielseitigen Ausführungen verschaffen, da die verschiedenen Kesselsysteme in dem der Ausgabe beigefügten umfangreichen Texte einer eingehenden Besprechung unterzogen sind.

Das ganze Werk besteht aus 82 Tafeln in guter Lithographie. Hiervon entfallen:

16 Tafeln auf Flammrohrkessel,
20 Tafeln enthalten Doppelkessel,
26 Tafeln geben den Ueberblick über die verschiedenen Siederohrkessel, auf
2 Tafeln sind Feuerbuchskessel dargestellt,
10 Tafeln sind den Schiffskesseln gewidmet und endlich
8 Tafeln geben Konstruktionen von rauchschwachen Feuerungen.

Die Grösse der Tafeln ist 40 × 50 cm, der erläuternde Text ist auf 19 Seiten in der Grösse der Zeichnungsblätter enthalten. Das Werk wird in zwei verschiedenen Ausgaben geliefert und zwar als

Atlas, elegant in Kaliko gebunden, und als
lose Tafeln in eleganter Kalikomappe.

Das bürgerliche Wohnhaus. Eine Sammlung einfacher bürgerlicher Wohnhäuser. Dargestellt in Ansichten, Grundrissen, Schnitten und Details. Für den Gebrauch in Schule und Praxis bearbeitet von Architekt *L. Geissler*. I. Heft: Freistehende Häuser. IV S. und 26 Tafeln in gross Folio. Hildburghausen 1900, Verlag von Otto Pezoldt. Preis M. 5.—

Das uns vorliegende Werk gibt in klarer Federzeichnung eine Reihe von Vorbildern für freistehende Wohnhäuser, kleinere mit zwei Zimmern, Küche und Zubehör, bis zu grossen mit fünf Zimmern und Nebenräumen.

Die Grundrisse sind in praktischer Weise erfunden, viele durch die eingezeichneten Möbel erläutert. Obgleich äusserst bequem, ist doch nirgends Raum verschwendet; alle Räume, auch die oft sehr vernachlässigten Aborte, Speisekammern, Badezimmer u. s. w. erhalten reichlich Luft- und Lichtzutritt.

Die Ansichten, in den Formen des Uebergangsstiles und der deutschen Renaissance entworfen, bieten eine Fülle interessanter Motive für Ausführungen in Werksbau, Ziegelrohbau, Fachwerk, Putz u. s. w. Namentlich in Fachwerk sind reizende Durchbildungen gegeben. — Für den Anfänger in der Kunst des Entwerfens sind die Details, viele in isometrischer Darstellung, eine lehrreiche Beigabe.

Arnold Bergsträsser Verlagsbuchhandlung (A. Kröner) Stuttgart.
Druck der Union Deutsche Verlagsgesellschaft ebendaselbst.



DINGLERS
POLYTECHNISCHES JOURNAL.

81. Jahrg., Bd. 315, Heft 28. Stuttgart, 14. Juli 1900.

Jährlich 52 Hefte in Quart. **Abonnementspreis** vierteljährlich 6 M., direkt franko unter Kreuzband für Deutschland und Oesterreich 6 M. 65 Pf., für das Ausland 7 M. 30 Pf. Redaktionelle Sendungen und Mitteilungen bittet man zu richten: An die Redaktion von „Dinglers Polytechn. Journal" in Stuttgart, die Expedition betreffende Schreiben an Arnold Bergsträsser Verlagsbuchhandlung (A. Kröner) Stuttgart.



Mikroskopisch-technische Untersuchungen über Torffaser und deren Produkte.

Von Dr. **Karl Linsbauer**.

Da sich die Industrie in neuerer Zeit wieder mit bedeutendem Erfolge der Verwertung von Torf als Gespinst- und Papierstoff zuwendet, unternahm ich es, auf Anregung von Hofrat *Wiesner*, den Rohstoff und die daraus hergestellten Fabrikate einer mikroskopischen Untersuchung zu unterziehen. Ehe ich auf die mikroskopische und mikrochemische [1]) Charakteristik der Torfgespinste und der Torfpapiere eingehe, will ich meine Untersuchungen vorausschicken, welche sich auf die Eruierung und den anatomischen Bau der die Torffaser liefernden Pflanzen beziehen.

Die Pflanzeneinschlüsse der Torfmoore sind bekanntlich nach der Natur, Lage und Alter derselben so verschieden, dass es sich in vorliegender Arbeit von vornherein nur darum handeln konnte, jene Pflanzen aufzusuchen, deren Reste die Hauptmasse und damit den charakteristischesten Bestandteil der Torfprodukte des Handels bilden.

Zur Untersuchung dienten mir Torfproben, die mir *A. Zschörner* [2]) in zuvorkommendster Weise zur Verfügung stellte. Dieselben stammten aus verschiedenen Tiefen eines der Ennsmoore (in der Nähe von Admont), welche neben anderen von der Torffabrik *Zschörner und Cie.* hauptsächlich zum Zwecke der Torffasergewinnung abgebaut werden.

Da die Pflanzeneinschlüsse in verschiedenen Tiefen der Moore häufig wechseln, ist es ohne weiteres nicht zulässig, die Pflanzen, von denen sie stammen, unter den Komponenten der recenten Pflanzendecke zu suchen. Im vorliegenden Falle war es jedoch ohne Zweifel, dass die in allen Tiefen auftretenden Faserbüschel einer und derselben Pflanze angehörten. In der oberen Schichte fanden sich auch Uebergänge bis zu wohl erhaltenen, selbst teilweise noch grünen Blattresten, die ihrer Form zufolge einem *Eriophorum*, und zwar *Er. vaginatum* anzugehören schienen. Diese Vermutung wurde durch die vergleichende mikroskopische Untersuchung, auf die ich im folgenden im einzelnen zurückkommen werde, vollständig bestätigt.

Dieselbe Pflanze liefert, wie *Gürke* [3]) konstatieren konnte, auch die Fasern, welche die *Torffabrik Geige* in Deutschland zu industriellen Zwecken verwendet. Es scheint demnach, *dass Wollgrastorfe (Eriophoretum) von vornherein die günstigste Ausbeute an Torffasern erwarten lassen.*

Ich werde zunächst die Anatomie des recenten [4]) *Eriophorum vaginatum*, soweit sie für die folgende Untersuchung von Wichtigkeit ist, besprechen, da die mir vorliegende Litteratur über diesen Gegenstand nicht hinreichenden Aufschluss gibt. Die besterhaltenen Blattreste im Torfe weisen genau denselben Bau auf, wie die von mir aufbewahrten Präparate und Zeichnungen beweisen.

Zur Anatomie von Eriophorum vaginatum.

Die faserigen Elemente des untersuchten Torfes gehörten hauptsächlich den Blättern, zum kleineren Teile auch den Wurzeln der genannten Pflanze an.

Die schmalen, an der Innenseite etwas rinnigen Blätter zeigen in ihrem oberen Teile einen dreieckigen, an den Ecken abgerundeten Querschnitt (Fig. 2). Im Vaginalteile verflacht sich das Blatt und verbreitert sich beiderseits zu zarten häutigen Flügeln (Fig. 1). Die lanzettlichen Vaginalblätter weisen im allgemeinen denselben Bau auf, nur sind sie an der Basis noch etwas flacher zusammengedrückt [5]). Es finden sich übrigens auch Uebergänge zu den Laub-

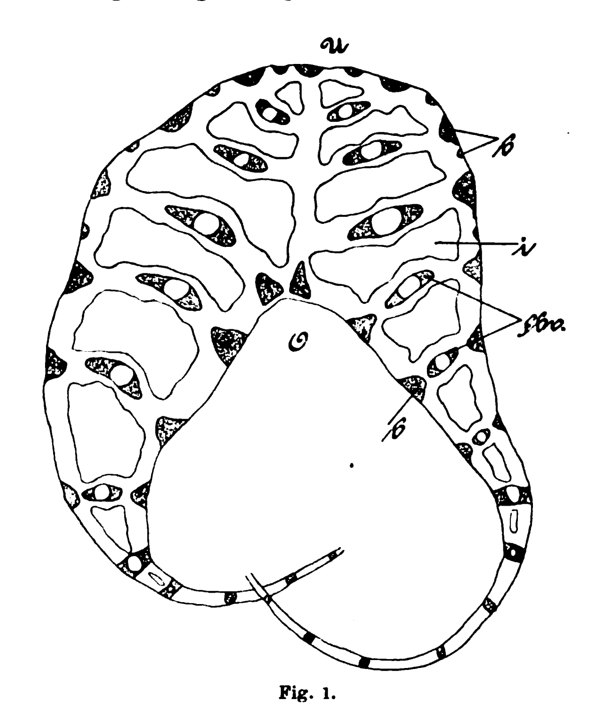


Fig. 1.
Schematischer Querschnitt durch den Vaginalteil des Blattes.
o Blattoberseite, *u* Blattunterseite, *b* Bastbündel, *fbv* Fibrovasalstrang, *i* Intercellularraum. Vergr. 36.

[1]) Ueber die physikalischen Eigenschaften der Torffaser s. *Schatz, D.*: „Der Torf als Spinn- und Webestoff" (*Zeitschrift für die gesamte Textilindustrie*, 1899/1900 Nr. 5 und 6).

[2]) Ich erlaube mir hiefür Herrn *Zschörner*, dem das Verdient gebührt, in Oesterreich die Torfindustrie begründet zu haben, meinen besten Dank auszusprechen.

[3]) In dem Artikel von *A. Förster und M. Gürke*: „Ueber Torfwolle" (*Zeitschrift für die gesamte Textilindustrie*, 1898/99 Nr. 9 bis 11).

[4]) Ich untersuchte lebendes Material aus dem botanischen Garten der Wiener Universität, sowie Herbarmaterial verschiedener Provenienz (Zell am See, Vogesen, Nieder-Oesterreich).

[5]) Der schematische Blattquerschnitt, den *Gürke* (l. c.) abbildet, gehört wohl einem Scheidenblatt, keiner „Blattscheide" an.

blättern vor. Einen „länglich ovalen“ Querschnitt, wie *Kihlman*[6]) angibt, konnte ich nirgends finden.

Die Epidermis des Blattes ist durch einen ausgeprägten Polymorphismus ihrer Elemente charakterisiert.

Die Oberhautzellen der Blattunterseite weisen den bei Gramineen und Cyperaceen häufigsten Typus auf: sie sind zumeist rechteckig mit gleichmässig zart gewellten Membranen (Fig. 3 und 4). Das Verhältnis ihrer Länge zur Breite schwankt zwischen weiten Grenzen, etwa 3:1 bis 15:1 (letzteres Verhältnis zeigen die über den Bastbündeln liegenden Zellen), nimmt jedoch meistens einen mittleren Wert an. Ueber den Bastbündeln erscheinen sie auf Querschnitten auffallend niedriger und an ihren Aussenwänden dünnwandiger als die benachbarten Oberhautelemente (Fig. 9 bis 11, E).



Fig. 2.
Schematischer Querschnitt durch den oberen Blattteil.
O Blattoberseite, *U* Blattunterseite, *b* Bastbündel, *fbv* Fibrovasalstrang, *i* Intercellularraum. Vergr. 36.

Die Epidermiszellen sind (ich untersuchte gut erhaltenes Torf- und lebendes Material) auf dem Vaginalteile des Blattes und auf der anschliessenden Partie der Lamina allseitig verholzt (Rotfärbung mit Phloroglucin und Salzsäure), während sie, soweit sie die übrige Lamina bedecken, unverholzt erscheinen. Die in

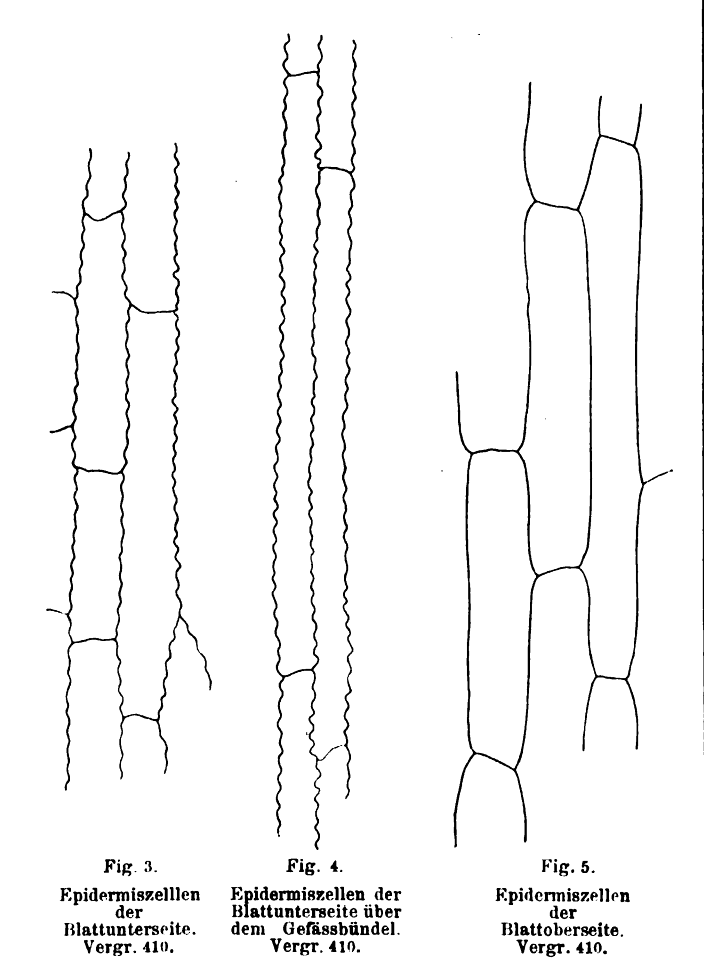


Fig. 3. Epidermiszelllen der Blattunterseite. Vergr. 410.

Fig. 4. Epidermiszellen der Blattunterseite über dem Gefässbündel. Vergr. 410.

Fig. 5. Epidermiszellen der Blattoberseite. Vergr. 410.

Reihen angeordneten Spaltöffnungen [7]) sind gleichfalls stets unverholzt.

Die Epidermiszellen der Blattoberseite sind breiter und, wie der Querschnitt lehrt, auch höher wie die erstbesprochenen (Fig. 5 und 12). Auch sie sind, von der Fläche gesehen, im allgemeinen rechteckig, doch sind ihre Membranen völlig ungewellt. Im Vaginalteile des Blattes und auf den Scheidenblättern sind sie gleichfalls auf allen Wänden verholzt.

Die häutigen Flügel der Vaginalteile, welche, von den Bastbündeln abgesehen, nur aus den aneinander schliessenden Epidermen bestehen, weisen einen ganz anderen Bau

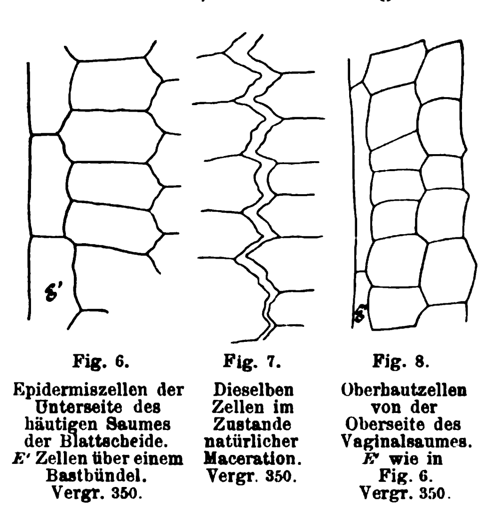


Fig. 6. Epidermiszellen der Unterseite des häutigen Saumes der Blattscheide. *E'* Zellen über einem Bastbündel. Vergr. 350.

Fig. 7. Dieselben Zellen im Zustande natürlicher Maceration. Vergr. 350.

Fig. 8. Oberhautzellen von der Oberseite des Vaginalsaumes. *E'* wie in Fig. 6. Vergr. 350.

dieser Gewebe auf. Das Verhältnis der Länge zur Breite der Oberhautzellen wird, von denen abgesehen, welche über den Bastbündeln liegen, gegen aussen zu kleiner, bis diese auf der Unterseite des Scheidenteiles sogar quer zur Längsrichtung des Blattes gestreckt erscheinen (Fig. 6). Ihr Umriss ist ungefähr sechsseitig. Die Partien, mit welchen die Zellen ineinander greifen, sind schwach gewellt, was aber erst an Macerationspräparaten deutlich wird; die Querwände sind hingegen völlig ungewellt.

Oberseits sind die Oberhautzellen mehr oder minder quadratisch, ohne jede Wellung ihrer Membran (Fig. 8). Das Hautgewebe dieser Flügel ist auf beiden Blattseiten unverholzt.

Das Grundgewebe des Blattes fällt durch die reichliche Ausbildung von grossen lysigenen [8]) Intercellularen

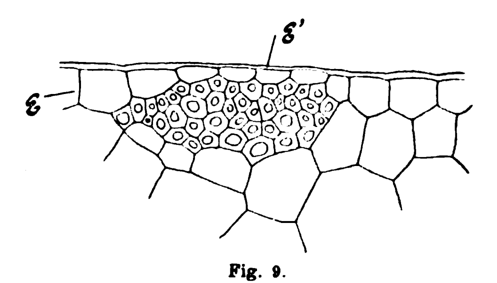


Fig. 9.
Querschnitt durch ein grösseres subepidermales Bastbündel der Blattunterseite. Vergr. 410.

(„Luftlücken“) auf, wie sie für so viele Sumpfpflanzen typisch sind [9]). Ich will nicht auf die parenchymatischen Elemente des Grundgewebes eingehen, da sie wenig charakteristisch sind und in den Torfpräparaten eine sehr untergeordnete Rolle spielen, mich vielmehr dem Bau und der Verteilung der mechanischen Elemente zuwenden.

Diese sind entweder als subepidermale Rippen oder als Mestombelege ausgebildet. Es muss hier darauf hingewiesen werden, dass der Bestimmungsschlüssel, den *Rikli* (l. c.) für die Wollgräser auf Grund ihres anatomischen Baues aufstellt, mit Vorsicht zu gebrauchen ist.

Palla [10]) hat schon darauf hingewiesen, dass die Angaben *Rikli*'s für *Eriophorum alpinum* und *Er. gracile*

[6]) Pflanzenbiologische Studien aus Russisch Lappland. Helsingfors 1890 S. 110.

[7]) Ueber den Bau derselben verweise ich auf die eingehende Studie von *Westermaier* (*Monatsberichte der königl. preussischen Akademie der Wissenschaften*, 1881).

[8]) *Rikli, M.*, Beiträge zur vergl. Anat. der Cyperaceen mit besonderer Berücksichtigung der inneren Parenchymscheide (*Pringsheim, Jahrb. f. wiss. Bot.*, Bd. 27 S. 570).

[9]) Das Assimilationsgewebe selbst besitzt nur kleine Intercellularen, wie *Kihlman* (l. c.) hervorhebt.

[10]) *Palla, E.*, Zur Systematik der Gattung Eriophorum (*Botanische Zeitung*, 1896 Jahrg. 54 Abt. I S. 147).



unrichtig seien. Ungenau sind sie auch für *Er. vaginatum*, das letzterer in die Gruppe II stellt, welche er folgenderweise charakterisiert: *subepidermale Rippen stark centripetal verlängert, mit den Leitbündeln verwachsen.* Diese Bedingung trifft bloss für den Stengel zu. Bei den Blättern der von mir untersuchten Individuen (sie stammten, wie einleitend bemerkt, von verschiedenen Standorten) sind hingegen die subepidermalen Bündel fast durchwegs deutlich isoliert. Nur im Vaginalteile des Blattes verschmelzen sie mit den Bastbelegen der äussersten Gefässbündel (Fig. 1 und 2).

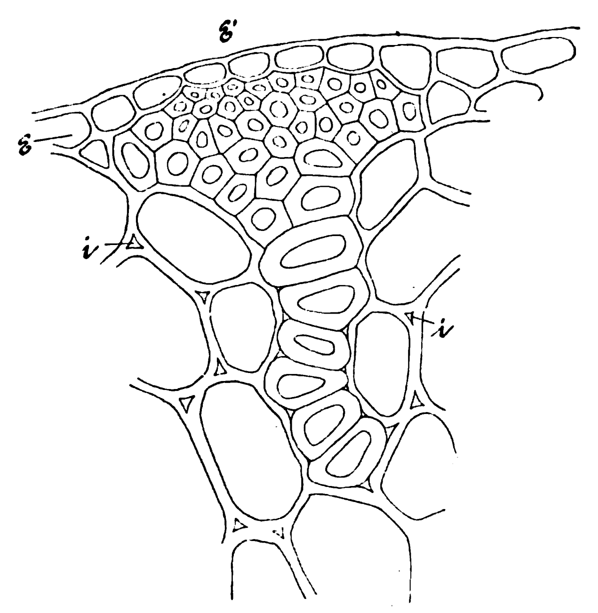


Fig. 10.
Querschnitt durch ein grösseres subepidermales Bastbündel der Blattunterseite. Vergr. ca. 800.
Zeigt die Abnahme der Lumenweite der Bastzellen gegen die Epidermis. *i* Intercellularen.

Die Anordnung der Bastsstränge repräsentiert sich auf Querschnitten, die in verschiedener Höhe durch das Blatt geführt wurden, nicht unerheblich verschieden, was am besten aus den schematischen Fig. 1 und 2 ersehen werden kann.

Den Gefässbündeln entsprechen stets subepidermale Bastsstränge, die nur auf der Unterseite oder auf der Ober- und Unterseite ausgebildet sind (Fig. 9 und 12). Die oberseitigen Bastbündel sind zumeist grösser und bestehen oft aus mehr als hundert Zellen. Bisweilen verschmälern sich die Bündel gegen das Gefässbündel hin (Fig. 10). In der Regel sind die an das Parenchym grenzenden Zellen jedes Bündels die weitlumigsten und grössten, während sie gegen die Oberhaut zu allmählich an Grösse abnehmen, wie es aus Fig. 10 zu entnehmen ist.

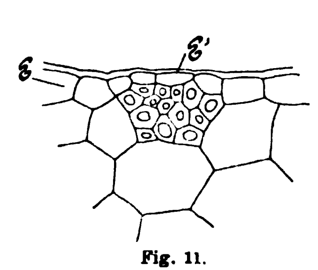


Fig. 11.
Querschnitt durch ein kleines subepidermales Bastbündel der Blattunterseite. Vergr. 410.

Im Laminarteile sind die Kanten des Blattes durch breitere Bänder aus mechanischen Elementen versteift (Fig. 2). Dieselben fehlen naturgemäss im Vaginalteile; hier durchziehen dagegen zarte Bastbündel in annähernd gleichen Abständen die häutigen Blattflügel (Fig. 1). Im untersten Teile des Blattes treten stellenweise derlei schmächtige Bündel auch zwischen den bedeutend grösseren, mit den Gefässbündeln korrespondierenden Strängen auf (Fig. 11).

Die Bastbelege des Gefässbündels sind verschieden stark ausgebildet, auf der Xylemseite jedoch meist besser entwickelt. Vom Mestom sind sie durch eine typische Stereomscheide (im Sinne *Schwendener*'s) getrennt [11]).

Die chemische Konstitution der Bastzellen ist nicht im ganzen Blatte dieselbe. Im Scheidenteile desselben sind alle in erheblichem Grade verholzt. In der Laminarregion nimmt die Verholzung der Elemente ab; im oberen Blattabschnitte gibt überhaupt in den meisten Fällen nur mehr die Stereomscheide Rotfärbung mit Phloroglucinsalzsäure, während sich die Bastbündel als unverholzt erweisen.

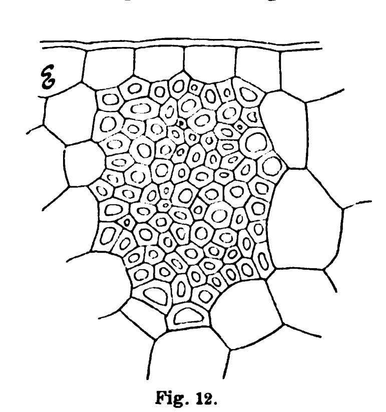


Fig. 12.
Querschnitt durch ein oberseitiges Bastbündel. Vergr. 410.

Bezüglich der Anatomie der *Eriophorumwurzel* will ich nur hervorheben, dass die äussere Partie der Rinde aus kurzfaserigen, mässig stark verdickten, verholzten Elementen besteht. Da ihre Festigkeit gering ist, kommen sie als Fasermaterial nicht in Betracht. Aus diesem Grunde, und da die Wurzeln von *Eriophorum* von gewissen Cyperaceen nach dem anatomischen Bau kaum zu unterscheiden sind, gehe ich nicht näher auf diesen Gegenstand ein, sondern verweise auf die eingehende Arbeit von *J. Klinge*, „Vergleichend histiologische Untersuchungen der Gramineen- und Cyperaceenwurzeln, insbesondere der Wurzelleitbündel" [12]).

Die Abscheidung der Fasern im Torfe.

Die Eriophorumfasern finden sich im Torfe, von der obersten Schichte abgesehen, in Form von Büscheln, welche aus den Resten der Vaginalblätter und der unteren Blattpartien hervorgegangen sind. Es fragt sich nun, wie diese Abscheidung der Fasern vor sich geht, und warum nur die basalen Blattteile allein Torffasern liefern.

Wenn die Eriophorumrasen absterben, so macht sich zunächst an den häutigen Säumen der Blätter ein Macerationsprozess bemerkbar, indem die Epidermiszellen in ihren Mittellamellen auseinander weichen (Fig. 7). Der Humifikationsprozess ergreift nun den Zellinhalt, der sich in eine bräunliche Masse verwandelt [13]). Ich konnte schon in diesem Stadium, das sehr früh eintritt, sobald die Blätter einige Zeit unter dem Niveau des Moores verweilt haben, weder Eiweiss noch Stärke nachweisen.

Es ist von Wichtigkeit dies hervorzuheben, da bei der *Geige*'schen Methode der Torffasergewinnung die Fasermasse unter anderem auch einem Prozess unterworfen wird, um sie angeblich von der Stärke zu befreien. *Gürke* hat schon darauf hingewiesen, dass Stärke in den Bastzellen nicht vorkommen kann, es sich also nur um aussen anhaftende Stärke handeln dürfte. Ich konnte aber im Torf überhaupt niemals Stärke nachweisen, was mit der bekannten Thatsache, dass die Kohlehydrate im allgemeinen leicht vertorfen, im Einklang steht. Wenn sich thatsächlich Stärke vorfindet, so kann sie nur aus den noch halb recenten Blättern und Wurzeln stammen, welche die oberste Torfschichte bedecken, die aber gewiss nur einen kleinen Bruchteil der gewonnenen Fasermasse bilden.

Während nun die basalen Blattteile, deren Epidermis und Bastbündel verholzt sind, die braune Farbe des Torfes annehmen und ihre Festigkeit beibehalten, schwärzen sich die oberen unverholzten Partien und werden brüchig. Diese Teile verschwinden dann in tieferen Schichten ebenso wie

[11]) Vgl. *Schwendener*, Das mechanische Prinzip im anatomischen Bau der Monocotylen, Leipzig 1874. — Derselbe, Die Spaltöffnungen der Gramineen und Cyperaceen (*Sitzungsberichte der königl. preussischen Akademie der Wissenschaften*, Berlin 1889 S. 77).

[12]) *Mém. de l'acad. imp. des sciences de St. Pétersbourg*, VII. Sér. T. XXVI 1879.

[13]) Vgl. *Andersson, G.*, Studier öfver Finlands Torfmessar och fossila Kvartärflora (*Bull. de la commission geologique de Finlande*, Nr. 8, Helsingfors 1898). Verf. sagt S. 191: „Von den einzelnen Teilen der Pflanzen wird der Zellinhalt fast ganz zerstört, wenn auch zuweilen eine Art von Pseudomorphose des Zellkernes und anderer Teile des Zellinhaltes in den Zellen der fossilen Gewebe wahrgenommen werden können."

das gleichfalls unverholzte Parenchym bis auf wenige Reste. Das verschiedene Verhalten der genannten Gewebe ist offenbar auf den hervorgehobenen Unterschied in der chemischen Beschaffenheit der Membran zurückzuführen. *Andersson*[14]) hat bereits die Beobachtung gemacht, die ich vollständig bestätigen kann, dass sich die verholzten Membranen im Torfe ausserordentlich lange erhalten. Andererseits hat u. a. *Benni*[15]) die Ansicht ausgesprochen, dass die reine Cellulose nicht als torfliefernd anzusehen sei, sondern dass sie durch Einwirkung von Mikroorganismen in Kohlensäure und Methan gespalten wird, welche Verbindungen als Gase entweichen. Es ist hiernach verständlich, dass nur die verholzten Teile der Eriophorumblätter, zunächst die Vaginalteile, als Torffaser liefernd in Betracht kommen, während von den unverholzten Partien (obere Blattabschnitte, Schliesszellen) sich kaum etwas im Torfe vorfindet.

Die subepidermalen Bastbündel werden anfänglich durch die Epidermis zusammengehalten. Bald zerreisst diese jedoch durch die Last der darüber lagernden Torf- und Wassermassen, so dass schliesslich die Fasern zum grössten Teile isoliert werden.

Auch von der Wurzel bleiben nur die verholzten mechanischen Elemente in Form eines Hohlcylinders, der den axilen Xylemstrang umschliesst, zurück.

Charakteristik der Torffaser.

Die von mir untersuchten Torffasern stammten zum Teile aus dem unverarbeiteten Torfe, zum Teile aus den daraus hergestellten Produkten, die mir in verschiedenen Mustern vorlagen. Diese umfassten „gereinigte Torffasern", diverse Torfgespinste und -seile und Torfwatte zu hygienischen Zwecken[16]).

Die Fasermasse besteht nahezu durchaus aus Baststrängen der Blätter von *Eriophorum*. Namentlich in den gröberen Gespinsten finden sich noch verschiedenartige andere Beimengungen vor: Eriophorumwurzeln, Stämmchen von *Sphagnum*-Arten, dünnere Zweige von *Calluna* und *Andromeda polifolia* u. a. m.

Die Torfwatte repräsentiert das verhältnismässig reinste Produkt.

Die natürliche Farbe[17]) der Torffasern ist makroskopisch hell bis dunkelbraun; dünnere Fasern erscheinen hingegen mikroskopisch betrachtet gelbbraun. Die längste Faser, welche ich auffand, mass 118 mm. Die Mehrzahl derselben war hingegen nur etwa 50 bis 70 mm lang. Ihre Dicke wechselt je nach der Anzahl der sie konstituierenden Bastzellen, was natürlich wieder mit der Lage der Bündel im Blatte zusammenhängt. Ich fand auf Grund sehr zahlreicher Messungen die Faserdicke der Torfwatte schwankend zwischen 0,0099 mm bis 0,0891 mm. Noch dickere Elemente (bis 0,2 mm), die sich bisweilen vorfanden, repräsentierten eine Summe noch nicht gehörig isolierter Baststränge. Die häufigsten Werte betrugen 0,0165 bis 0,0265 mm.

Nach *Schatz*[18]) beträgt die Länge der Torffaser 2 bis 110 mm (meist 30 bis 50 mm), die Dicke 17,55 bis 122,40 μ (im Mittel von fünf Messungen rund 58 μ).

Unter dem Mikroskop findet man entweder vollkommen isolierte Fasern oder solche, denen Fragmente von Parenchym- oder Epidermisgewebe anhaften.

Die ersteren repräsentieren gewöhnlich die zarten Bündel aus den häutigen Säumen der Blätter und bilden den Hauptbestandteil der Torfwolle. Den Bastbelegen des Mestoms, sowie den meisten Bastbündeln der Blattoberseite, die nicht unmittelbar an die Epidermis anliegen, stehen häufig noch mit einzelnen Parenchymzellen in Verbindung. Die subepidermalen Bündel beider Blattseiten sind durch die mit ihnen innig verbundenen Oberhautreste charakterisiert und dadurch zur Identifizierung des Fasermaterials sehr wertvoll. Sie gleichen in dieser Beziehung den Fasern der Gramineen. Die Epidermisfragmente begleiten die Fasern oft in ihrer ganzen Länge oder haften ihnen nur stellenweise an. Bisweilen finden sich auch ausgedehnte Oberhautpartien isoliert vor und lassen nach der Form ihre Abstammung von beiden Blattseiten (meist von der Unterseite) leicht erkennen. Schliesszellen sind fast niemals erhalten.

Die Epidermis wurde bereits oben eingehend charakterisiert; es erübrigt mir daher an dieser Stelle nur auf den Bau der eigentlichen Faserelemente einzugehen.

Die Fasern lassen sich leicht durch Kochen mit Kalilauge oder durch kalte Chromsäure macerieren. Bei dem nassen Verfahren, das *Geige* zur Gewinnung der Torffaser einschlägt, wird diese u. a. auch mit verdünnten Säuren und Alkalien behandelt (vgl. *Förster* l. c.). Es ist begreiflich, dass dabei die Bastzellen ganz oder teilweise aus dem Verbande weichen, wie *Gürke* in der eben citierten Arbeit *Förster*'s angibt. Ob „ihre Vereinzelung" thatsächlich der technischen Verwendung ein Gewinn ist (*Förster*), lasse ich dahingestellt. Die grosse Aufsaugungsfähigkeit auf die Isolierung und weitgehende chemische Behandlung zurückzuführen, geht aber nicht an, da auch die *Zschörner*schen Torfpräparate nach fachmännischen Urteilen[19]) durch grosse Aufsaugungsfähigkeit ausgezeichnet sind, obgleich die Fasern auf rein trockenem Wege gewonnen werden und die Bastzellen innig verbunden erscheinen.

Die macerierten Fasern zeigen sich entweder durchwegs aus Bastzellen zusammengesetzt oder sie führen überdies Ring-, Schrauben-, Poren- oder Netzgefässe. Die Tracheen werden von langgestreckten, dünnwandigen Elementen begleitet, welche einfache rundliche Tüpfel führen.

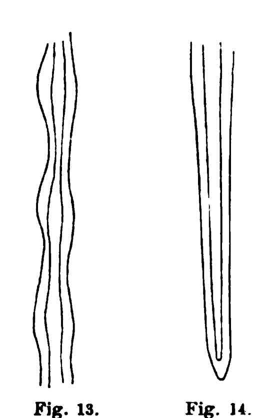


Fig. 13. Partie einer eingebuchteten Bastzelle. Vergr. 1000.

Fig. 14. Normales Ende einer Bastzelle. Vergr. ca. 1200.

Die *Gestalt* der Bastzellen ist fast durchwegs lang spindelförmig. Selten findet man Elemente, die auf einer oder beiden Seiten (Fig. 13) Einbuchtungen aufweisen. Es ist möglich, dass diese wellenförmigen Konturen auf angrenzende Parenchymzellen zurückzuführen sind[20]), doch spricht ihr seltenes Vorkommen dagegen.

Die *Länge* der Bastzellen schwankt zwischen weiten Grenzen, doch bestehen die zarten, einfachen Baststränge im allgemeinen aus kürzeren Elementen als die dickeren.

Aus einer grossen Anzahl Messungen ergab sich, dass zwischen den Grenzen von 0,323 bis 2,304 mm alle Uebergänge in der Länge der Bastzellen auftreten können. Die Mehrzahl hat übrigens eine Längenausdehnung von 0,40 bis 0,90 mm. Ihre grösste Breite schwankt zwischen 0,0049 bis 0,0099 mm.

Die *Zellenden* laufen in der Regel in lang gezogene pfriemliche Spitzen aus (Fig. 14); selten sind sie abgeschrägt bis abgerundet (Fig. 15, a bis c). Ganz vereinzelt fand ich ein Zellende gegabelt oder wenigstens durch einen Ansatz zur Gabelung ausgezeichnet (Fig. 15 d).

Das *Lumen* hat in der Regel einen annähernd gleichen

[14]) l. c. S. 191.

[15]) *St. Benni*, „Ueber die Entstehung des Humus" (*Zeitschrift für Naturwissenschaften*, Bd. 69, Leipzig 1896).

[16]) Die Gewinnung der Faser erfolgt nach dem patentierten *Zschörner*'schen Verfahren auf trockenem, rein mechanischem Wege. Dabei kann nicht die gesamte Fasermenge gewonnen werden; die Faserreste, welche noch mit dem Rhizom in fester Verbindung stehen, müssen, soweit sie nicht durch den mechanischen Prozess isoliert werden, als „tote Fasern" anderweitiger Verwendung (Torfstreu u. dgl.) zugeführt werden.

[17]) Die Fasern können auch gebleicht werden, wie es z. B. bei dem *Geige*'schen Verfahren geschieht.

[18]) l. c. Sep.-Abdr. S. 2.

[19]) Ich beziehe mich zunächst auf ärztliche Gutachten des k. k. Garnisonsspitals Nr. 1 und des k. k. Krankenhauses in Wien.

[20]) Einen ähnlichen Fall beschreibt *Wiesner* bei den Bastzellen von *Thespesia Lampas*, wo dieselben entsprechend den Markstrahlzellen gebuchtet sind. *Wiesner*, Beiträge zur Kenntnis der indischen Faserpflanzen und der aus ihnen abgeschiedenen Fasern, nebst Beobachtungen über den feineren Bau der Bastzellen (*Sitzungsberichte der k. Akademie der Wissenschaften*, Bd. 62 II. Abt. 1870. Sep.-Abdr. S. 5 und Abb. I).

Durchmesser als die Zellwand, kann aber auch doppelt so breit oder noch breiter als diese werden. Es ist in der Mitte der Zelle am grössten und erstreckt sich, sich beiderseits verjüngend, bis in die äussersten Spitzen der Zellen. Bisweilen finden sich jedoch Erweiterungen und Verengerungen, wie sie allerdings viel ausgesprochener und regelmässiger bei der Jute[21]) vorkommen. Derlei Fälle treten verhältnismässig am häufigsten in den Zellenden auf (Fig. 16), wo das Lumen auf kurze Strecken sogar ganz aussetzen kann. Die Zellen führen keine Tüpfel.

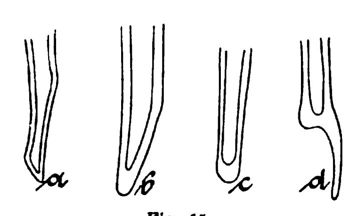


Fig. 15.
Verschiedene Formen von Bastzellenenden. *a*, *c* und *d* 1000 mal, *b* 1200 mal vergr.

Verhalten gegen Reagentien. Wie schon gelegentlich hervorgehoben, geben sowohl die Bastfasern als auch die anhaftenden Epidermisfragmente zumeist mit Phloroglucin und Salzsäure Rotfärbung. Selten findet man die unverholzten Oberhautzellen der häutigen Ränder der Blattscheide, was darauf zurückzuführen ist, dass auch die obersten Torfschichten, in denen sich die Zerstörung der Cellulosewand noch nicht geltend gemacht hat, zur Fasergewinnung herangezogen werden.

Kupferoxydammoniak färbt die Zellen schwach grünlich, ohne dass eine merkliche Quellung stattfände. Die durch heisse Kalilauge oder kalte Chromsäure isolierten

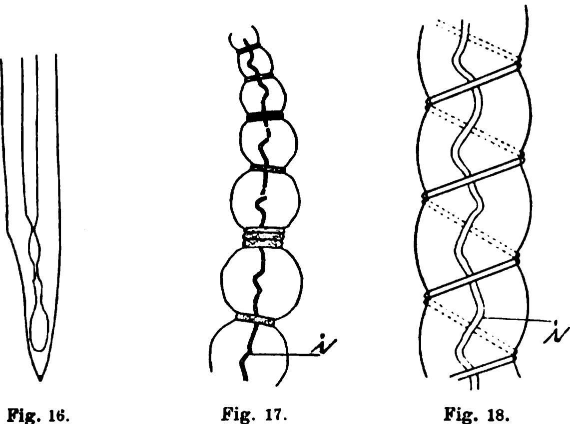


Fig. 16. Ungleichmässige Verdickung im Ende einer Bastzelle. Vergr. ca 1200.

Fig. 17. **Fig. 18.** Bastzellen nach Behandlung mit Kalilauge und Kupferoxydammoniak. Vergr. 410.

Zellen erweisen sich hingegen etwas gequollen und zeigen namentlich im ersten Falle zwei sich kreuzende Streifensysteme, die an der unversehrten Zelle nicht wahrnehmbar sind. Werden die mit Kalilauge vorbehandelten Zellen oberflächlich mit Wasser abgewaschen und hierauf mit Kupferoxydammoniak behandelt, so treten sehr charakteristische Quellungserscheinungen ein, die verschieden verlaufen können. Der eine Fall besteht darin, dass tonnenförmige oder kugelige Auftreibungen der Zellwand eintreten, welche mit ringförmigen Einschnürungen abwechseln, wodurch sie lebhaft an das Bild erinnern, welches Baumwolle[22]) bei Behandlung mit Kupferoxydammoniak gibt (Fig. 17). Diese blasenförmigen Anschwellungen treten entweder nur stellenweise oder mit grosser Regelmässigkeit im ganzen Verlaufe einer Zelle auf, derselben ein typisch rosenkranzartiges Aussehen verleihend, wobei die Glieder sich gegen die Zellenden hin verjüngen. Es kommt auch vor, dass die weniger gequollenen Partien der Zellwand, ganz ähnlich wie es *Wiesner* für Baumwolle angibt, blasebalgartig zusammengeschoben erscheinen, woraus erhellt, dass die scheinbare Einschnürung auf eine Faltenbildung zurückzuführen ist. Da in unserem Falle von einer Cuticula, wie bei Baumwolle, keine Rede ist, muss die Ursache dieser

[21]) Vgl. *Wiesner*, Mikroskopische Untersuchungen, Stuttgart 1872 S. 29.

[22]) Vgl. *Wiesner*, Techn. Mikroskopie, S. 99 f.

Quellungserscheinung in einer geringeren Quellbarkeit der äusseren Zellwandschichten gesucht werden. In anderen Fällen scheint die Auftreibung schraubenförmig vor sich zu gehen (Fig. 18). Auch die Einschnürung bildet in diesem Falle ein Schraubenband, das die nach innen konvexen Partien der Zellwand verbindet und sich mit der Dauer der Einwirkung des Reagens immer deutlicher differenziert. Wiederum zeigt sich, dass dieses Schraubenband eine oder mehrere zarte, miteinander parallel laufende Falten repräsentiert. Es können auch derlei Schraubenbänder in grosser Zahl auftreten, wodurch die Zellen in zwei Richtungen gestreift erscheinen. Die ring- und schraubenförmig eingeschnürten Partien der Membran sind durch starke Lichtbrechung und grosse Widerstandsfähigkeit gegen Quellung ausgezeichnet. Das Innenhäutchen ist in beiden Fällen, die übrigens auch an derselben Zelle realisiert sein können, als zarter, verschieden breiter Schlauch sichtbar, der schliesslich in Stäbchen und Körner zerfällt.

Im *optischen Verhalten* gleicht die Torffaser den Gramineenfasern[23]). Sie erscheint bei gekreuzten Nikol grau bis graublau[24]) und gibt demnach mit Rot I. O. kombiniert als Additionsfarbe Indigo II bis Blau II, als Subtraktionsfarbe Orange I bezw. Gelb I. Die Torffaser ist demnach als schwach doppelbrechend zu bezeichnen. Die Polarisationsfarbe der Epidermiszellen erhebt sich nicht über Dunkelgrau.

Charakteristik der Torfpapiere.

Die Versuche, Torf als Papierstoff zu verwerten, reichen über ein Jahrhundert zurück. *Jakob Christ. Schäffer*[25]) berichtet, dass man es damals in Erfurt verstand, Torfpapiere zu erzeugen. Er selbst gab seinem Werke Proben selbstverfertigten Papiers bei, welche teils aus Torf verschiedener Herkunft, teils aus Torf mit Hadernzusatz hergestellt waren, doch vermochte er keinerlei günstige Resultate zu erzielen. Auch in der Folge tauchen zu wiederholtenmalen Versuche[26]) auf, Torf als Papierstoff zu verwerten, doch führten sie zu keinem befriedigenden Ergebnis. Erst in neuester Zeit gelang es den Bemühungen *A. Zschörner*'s, ein brauchbares Torfpapier in den Handel zu bringen.

Zur Untersuchung gelangten die Torfpapiere von *Schäffer* und *Zschörner und Cie.*

Da chemische und technische Untersuchungen (Reisslänge, Festigkeit u. s. w.) der Torfpapiere aus letztgenannter Fabrik von Seite des k. k. technologischen Gewerbemuseums in Wien vorliegen, will ich nur die Merkmale und Reaktionen anführen, welche eine sichere Unterscheidung von den im Handel häufiger vorkommenden Präparaten ermöglichen. — Die hierbei in Anwendung kommenden Untersuchungsmethoden waren durch die grundlegenden Arbeiten von *Wiesner*[27]) u. a. im allgemeinen vorgezeichnet. Mit Recht betonen manche Forscher[28]) die geringe Bedeutung

[23]) Die Eriophorumfaser ähnelt überhaupt am meisten den Bastfasern des Getreidestrohs zumal in der Ausbildung der Zellenden, dem Mangel der Tüpfel, der geringen Verdickung, zum Teil in dem chemischen und optischen Verhalten u. s. w. (vgl. *Wiesner*, Techn. Mikroskopie, Wien 1867 S. 111 f. u. 223 f., und *Behrens, H.*, Anleitung zur mikrochemischen Analyse der wichtigsten org. Verb., II. Heft, Hamburg und Leipzig 1896). Durch den durchschnittlich geringeren Breitendurchmesser, die starke Verholzung, das Verhalten gegen Kupferoxydammoniak ist sie jedoch gut charakterisiert. Von grösserem diagnostischen Werte als die Bastzellen sind die charakteristischen verholzten Epidermiselemente.

[24]) Ich folge den Farbenbezeichnungen von *Ambronn, H.*, Anleitung zur Benutzung des Polarisationsmikroskops. Leipzig 1892 S. 29.

[25]) Neue Versuche und Muster, das Pflanzenreich zum Papiermachen und anderen Sachen wirtschaftsnützlich zu gebrauchen, Bd. I, Regensburg 1765.

[26]) So stellten *Leer* in Oldenburg, *Stemmle* in Volprechtsweyer dicke, ordinäre, aber brüchige Pappe aus Torf dar (vgl. hierüber *Hausding, A.*, Industrielle Torfgewinnung und Torfverwertung, Berlin 1876).

[27]) I. Technische Mikroskopie, Wien 1867. — II. Die mikroskopische Untersuchung des Papiers mit besonderer Berücksichtigung der ältesten orientalischen und europäischen Papiere, Wien 1887.

[28]) *Wiesner*, (II) S. 21 f. — *Höhnel*, Ueber die Holzstoff-

der chemischen Reaktionen zur Erkennung des Papierstoffes im Vergleich zur mikroskopischen Untersuchung. Diese wohlbegründeten Bedenken beziehen sich jedoch zunächst auf die Anwendung von Chlorzinkjod und den Holzstoffreagentien (Anilinsulfat, Phloroglucin + Salzsäure u. s. w.), welche bei der Papierprüfung fast ausschliesslich in Verwendung stehen. Die Torfpapiere sind jedoch durch ihr makrochemisches Verhalten so gut charakterisiert, dass man sie in den meisten Fällen dadurch von den übrigen Papieren des Handels wird unterscheiden können.

Kocht man nämlich zerkleinertes Torfpapier durch längere Zeit mit konzentrierter Sodalösung aus, so färbt sich diese allmählich schwarzbraun. Bei Zusatz von Salzsäure im Ueberschuss fällt ein reichlicher rotbrauner, flockiger Niederschlag von Huminsubstanzen aus. Die Reaktion ist dieselbe, die bekanntlich auch reiner Torf, sowie die sogen. Humuserde gibt [29]).

Trotz dieser deutlichen Reaktion wird man in gewissen Fällen zum sicheren Nachweis der Provenienz des Papieres die mikroskopische Untersuchung zu Rate ziehen müssen. Dies ist bei gebleichten Papieren erforderlich, da beim Bleichungsprozess Holz- und Huminsubstanzen zerstört werden. Andererseits können wohl auch andere Papiere, wenn sie längere Zeit im Boden gelegen haben, humifizieren.

Zur mikroskopischen Untersuchung wurden die im Wasser erweichten Papierproben sorgfältig mit Nadeln zerzupft, oder was zwar etwas umständlicher, jedoch im vorliegenden Falle noch zweckmässiger ist, zuerst in einer Eprouvette aufgekocht, wobei die Elemente des Papieres völlig unversehrt aus dem Verbande weichen.

Die *Schäffer*'schen Papiere unterscheiden sich wesentlich von den modernen Torfpapieren. Da sie nur eine geringe Festigkeit haben, bieten sie mehr ein historisches als praktisches Interesse. Die Ursache der mangelnden Festigkeit wird durch die mikroskopische Untersuchung sofort klar. Man findet darin neben erdigen Bestandteilen eine Anzahl verschiedener, zumeist unbestimmbarer Gewebs- und Zellfragmente [30]). Darunter bilden die mechanischen Zellen, von denen allein die Festigkeit abhängt, den beiweiten seltensten Bestandteil. Speziell Eriophorumfasern konnte ich nur sehr spärlich nachweisen. Hingegen sind Gefässfragmente und namentlich verschiedenartige Parenchymzellen reich vertreten. Stets finden sich ziemlich häufig Blatt- und Zellfragmente von *Sphagnum*, die durch ihren bekannten anatomischen Bau leicht kenntlich sind (Fig. 20). Die Papierprobe aus Hannoveraner Torf namentlich besteht zum grössten Teile aus Blättern von Torfmoosarten, unter welchen *Sphagnum imbricatum* Hornsch. durch die unregelmässigen kammartigen Verdickungen der grossen, inhaltsleeren Zellen besonders auffällt (Fig. 19). Die *Schäffer*'schen Torfpapiere sind ungebleicht und zum Teil mit Hadern versetzt.

reaktion bei der Papierprüfung (*Centralorgan für Warenkunde und Technologie,* 1891).

[29]) Vgl. hierüber *Mulder* (Chemie der Ackerkrume), welcher zuerst diese Reaktion des Torfes angab. — Dieselbe Reaktion geben natürlich auch die übrigen Torfpräparate, insoweit sie nicht gebleicht wurden.

[30]) Das Herstellungsverfahren war höchst primitiv. Der Torf wurde flüchtig in Wasser ausgewaschen, zerschnitten und sofort der Stampfe übergeben.

Die *Zschörner*'sche Torfpappe besteht gleichfalls überwiegend aus Sphagnumblättern und anderen zumeist nicht mehr sicher bestimmbaren Pflanzenresten, ist aber arm an Torffasern. Infolgedessen hat sie eine ähnliche Konsistenz wie die sogen. „Holzpappe" (aus Holzschliff bestehend) und dürfte daher ihre Verwendbarkeit eine beschränkte sein.

Die Torfpapiere [31]) des genannten Erfinders (sogen. Packpapiere) geben hingegen ein ganz anderes mikroskopisches Bild. Sie sind wohl schon durch die Mannigfaltigkeit der sie konstituierenden Elemente von den im Handel gebräuchlichen Papieren zu unterscheiden. Es würde zu weit führen, alle in denselben aufgefundenen, zum grossen Teil nicht sicher bestimmbaren Elemente genau beschreiben zu wollen. Ich beschränke mich daher darauf, nur die charakteristischesten und konstant auftretenden Bestandteile aufzuführen.

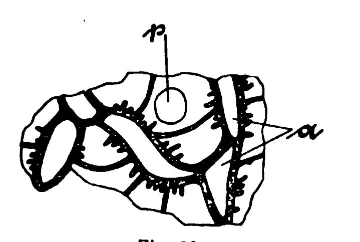


Fig. 19.
Fragment eines Blattes von *Sphagnum imbricatum* aus *Schäffer*'schem Torfpapier. *a* Assimilationszellen, *p* Pore. Vergr. 300.

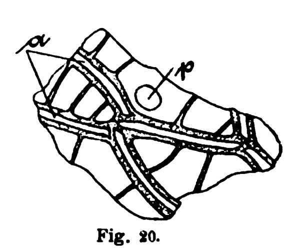


Fig. 20.
Blattfragment von *Sphagnum*, sp. aus Torfpapier. *a* Assimilationszellen, *p* Pore. Vergr. 300.

Zunächst fallen in den mikroskopischen Präparaten zahlreiche, fast durchweg intakte Faserbündel auf. Nur hie und da ist eine Faser etwas gelockert oder weicht am Ende pinselförmig auseinander, ohne dass aber dabei die einzelnen Bastzellen mechanisch verletzt wären. Da sie in mikroskopischer und mikrochemischer Hinsicht mit der bereits charakterisierten Torffaser übereinstimmen, verweise ich diesbezüglich auf die entsprechenden Stellen dieser Arbeit.

Auch die eingangs erwähnten charakteristischen verholzten Oberhautzellen von Eriophorum sind in allen Papierproben ziemlich häufig anzutreffen. Diese Epidermisfragmente kommen teils isoliert, teils noch in Verbindung mit den Baststrängen vor.

Bei einiger Aufmerksamkeit wird man auch die in diesen Papieren vorkommenden Fragmente von Sphagnumblättern auffinden, die durch ihre typische Gestalt und ihr konstantes Auftreten zur Erkennung der Torfpapiere besonders wertvoll sind. Sie bilden das sicherste Kennzeichen der derzeit in Handel kommenden Torfpapiere.

Endlich finden sich in diesen Papieren noch verschiedene Parenchymelemente und Gefässfragmente, sowie von gröberen Bestandteilen zarte Stämmchen von Calluna, Wurzelteile u. a. vor. Als Zusatz fand ich stets Sulfitcellulose, welche schon durch die Grösse ihrer farblosen, unverholzten Zellen auffällt.

Wien, Pflanzenphysiologisches Institut der k. k. Universität.

[31]) Die mir vorliegenden Proben waren ungebleicht und bis auf zwei von natürlicher brauner Färbung.

Das Ziehen auf Ziehpressen in Theorie und Praxis.

Von Ingenieur **K. Musiol,** Warschau.

(Schluss von S. 428 d. Bd.)

Die Ziehgeschwindigkeit.

Schon bei Besprechung der inneren Vorgänge im Anschlage wurde die Bedeutung der Ziehgeschwindigkeit hervorgehoben. Sie erscheint ähnlich wie beim Blechwalzen oder Drahtziehen auch hier an gewisse Grenzen gebunden und darf weder zu klein, noch zu gross sein, weil dann im ersten Falle die Leistung zu gering ausfällt, im zweiten nicht die nötige Zeit zur neuen Anordnung der Metallteile



gelassen ist, und eine Beschleunigung der Bewegung über ein bestimmtes Mass hinaus die Gefahr des Abreissens des Arbeitsstückes zur Folge haben würde.

Die Art und das Mass der Geschwindigkeit sind lediglich von der kinematischen Durchführung der Maschine abhängig; die Geschwindigkeit kann eine gleichmässige sein, wie dies bei hydraulischen Ziehpressen der Fall ist, oder eine veränderliche, wie sie bei allen mit Kurbelantrieb versehenen Ziehpressen auftritt.

Bei Maschinen der letzten Gattung ist eine doppelte Anordnung gebräuchlich, und zwar eine solche wie in Fig. 11, oder eine solche, wie in Fig. 12 wiedergegeben

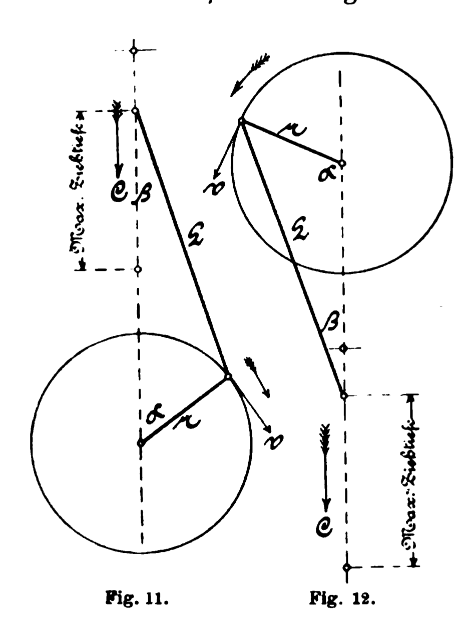


Fig. 11. Fig. 12.

ist. Bei beiden Anordnungen hängt das Mass der Geschwindigkeit von der Ziehtiefe ab und ändert sich während des Ziehens von einem Maximum bis Null.

Bezeichnet:

v die Umfangsgeschwindigkeit im Kurbelkreise,
r den Kurbelhalbmesser,
l die Schubstangenlänge,
λ das Längenverhältnis $r:l$,
h die Ziehtiefe,
α den zugehörigen Kurbelwinkel,
β den zugehörigen Anschlagwinkel der Schubstange,
c die gesuchte Ziehgeschwindigkeit,

so bestimmt sich die letztere aus der Formel:

$$c = v \frac{\sin(\alpha \pm \beta)}{\cos \beta} \quad . \; . \; . \; . \; . \quad 1)$$

wobei das obere Zeichen bei der Drehung im Sinne des Pfeiles in Fig. 11, das untere Zeichen bei der Drehung im Sinne des Pfeiles in Fig. 12 gilt.

Für einige Ziehpressen hat der Verfasser die maximalen Ziehgeschwindigkeiten in dieser Weise berechnet und in nachfolgender Tabelle zusammengestellt:

Tabelle der Geschwindigkeiten.

Ziehpresse		Max. Ziehtiefe	Anzahl der Hübe	$\frac{r}{L}$	Max. Ziehgeschwindigkeit
Herkunft	Modell				
Schuler	TG	300	6	0,097	170
	TA	250	8	0,103	192
	TG	300	8	0,097	208
	TA	250	11	0,103	264
	TK	140	15	0,074	186
	RF	100	19	0,074	197
Bliss	3¾ A §	203	8	0,305	263
Kircheis	RP III	40	50	0,163	275

Danach pflegt die maximale Ziehgeschwindigkeit von 170 bis 275 mm in der Sekunde zu betragen.

Die Thatsache, dass bei Ziehpressen mit Kurbelantrieb die Ziehgeschwindigkeit in ihrer höchsten Wirkung zur Aeusserung gelangt, was durch Anprallen des Ziehstempels an die festgeklemmte Metallscheibe vernehmbar ist, und viel Bruch veranlasst, verdunkelt die sonstigen Vorzüge dieser Maschinen und drängt zur Anwendung der hydraulischen Ziehpressen, soweit diese in Bezug auf Leistungsfähigkeit jenen nicht nachstehen.

Blechhalterspannung.

Die Feststellung der im Inneren des Bleches stattfindenden Vorgänge ergab, dass im Scheibenrande bezw. Kegelstumpfe Druckspannungen vorherrschen, welche eine Stauchung dieser Stellen nach sich ziehen, sobald die letzteren unter einem Blechhalter sich befinden, im unbelasteten Falle jedoch eine Faltenbildung hervorrufen.

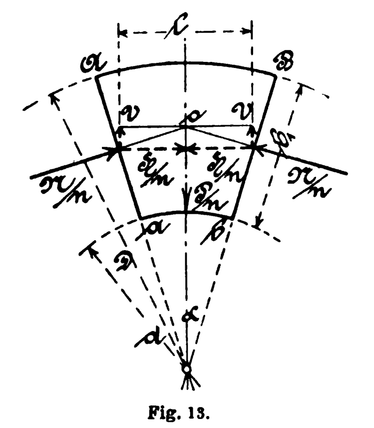


Fig. 13.

Um die Entstehung dieser zu illustrieren, werde zu der in eine beliebige Kreissektorenzahl n eingeteilte Metallscheibe zurückgekehrt und einer von diesen Kreissektoren in Fig. 13 näher betrachtet.

Bedeutet P die zur Deformation erforderliche Zugkraft von seiten des Ziehstempels, so wird solche für einen Kreissektor $\frac{P}{n}$ betragen. Unter Wirkung dieser Kraft wird der keilförmige Kreissektor gleichsam genötigt, durch die ihm freigelassene Oeffnung $a\,b$ sich durchzuzwängen, wobei natürlich die seitlich in den benachbarten Teilen auftretenden Druckkräfte gleichmässig auf die ganze Keillänge wirken und den in der Stärke sehr gering bemessenen Keil gleichsam wie einen in beiden Enden eingespannten, in der ursprünglichen Achse geführten Stab auf Knickung beanspruchen.

Wird mit E der Elastizitätsmodul des Materials, mit J das kleinste Trägheitsmoment des Querschnittes, mit l die Länge des gedrückten Keiles, mit δ seine Stärke und mit b seine Breite bezeichnet, alsdann bestimmt sich für den ersten Augenblick des Ziehens die Knickbelastung aus der Gleichung:

$$\frac{H}{n} = \frac{P}{2\,n\,tg\,\alpha} = II\,\pi^2\,\frac{E\,J}{l^2} \quad . \; . \; . \quad 2)$$

Auf eine ziffermässige Berechnung der Knickbelastung einzugehen, wäre zwecklos; die allgemeine Formel soll nur erleichtern, festzustellen, in welchen hauptsächlichsten Beziehungen die äusseren knickenden Kräfte, die inneren Widerstände, sowie die Geschmeidigkeit und Dimensionen der Arbeitsstücke gegenseitig zu einander stehen.

Die Zugkraft P ist — wie weiters noch nachgewiesen wird — vom inneren Matrizendurchmesser d, der Blechstärke δ und der Zugfestigkeit S des Materials abhängig, weshalb auch die Komponente H, infolge der oben ausgedrückten Abhängigkeit zwischen ihr und der Zugkraft P, mit den Grössen d, δ und S in unmittelbarem Zusammenhange zu stehen hat.

Bei der Anwendung derselben Werkzeuge, desselben Materials gleichen Durchmessers, jedoch verschiedener Stärke, werden, da E, J, b, l^2 und d konstant sind, folgende Beziehungen bestehen:

$$H : H_1 = \delta : \delta_1 \quad . \; . \; . \; . \; . \; . \quad 3)$$
$$H^1 : H_1{}^1 = \delta^3 : \delta_1{}^3 \quad . \; . \; . \; . \; . \quad 4)$$

Die das Blech auf Knickung beanspruchenden Kräfte sind den Blechstärken direkt proportional (nach 3). *Laut Gleichung 4) ändern sich die, im Material auftretenden, der Knickung entgegenwirkenden Spannungen — Widerstände — mit der Blechstärke im dritten Grade.* Das Mass der Faltenbildung hängt also bei sonst gleichen Umständen

von der Blechstärke ab, je geringer die letztere, desto eher tritt jene ein.

Die Verhältnisse ändern sich, wenn auf denselben Werkzeugen gleichbemessene Platten jedoch verschiedenen Materials gezogen werden:

$$H : H_1 = S : S_1 \quad \ldots \ldots \quad 5)$$
$$H^1 : H_1{}^1 = E : E_1 \quad \ldots \ldots \quad 6)$$

Gleichung 5) besagt: *Die die Faltenbildung hervorrufenden Kräfte hängen direkt von der Zugfestigkeit des Materials ab;* der besseren oder geringeren Qualität des letzteren entsprechend vergrössern oder verkleinern sie sich. Nach 6) *verhalten sich die Widerstände wie die Elastizitätsmodule,* d. h. sie ändern sich dem Begriff des Elastizitätsmoduls gemäss nicht nur mit der Zugfestigkeit, sondern auch mit der Dehnung. Ist die Aenderung dieser eine raschere als die der Zugfestigkeit, dann wechseln auch die Widerstände jedoch im umgekehrten Sinne. Wegen seiner Wichtigkeit wird dieser Fall nochmals einer Besprechung unterworfen.

Zieht man Scheiben gleichen Materials und gleicher Dimensionen auf Werkzeugen von verschiedenem innerem Durchmesser, alsdann sind *die knickenden Kräfte den Ziehstempeldurchmessern direkt proportional:*

$$H : H_1 = d : d_1 \quad \ldots \ldots \quad 7)$$
$$H^1 : H_1{}^1 = b\, l_1{}^2 : b_1\, l^2 \quad \ldots \ldots \quad 8)$$

Die Widerstände und hiermit auch die Faltenbildung hängen von der Randbreite ab; wird der Durchmesser der Matrizenöffnung kleiner, vergrössert sich also die Randbreite, dann nehmen die Widerstände zu, die Möglichkeit der Faltenbildung wird geringer und umgekehrt.

Dass die hier entwickelte Anschauung über den Zusammenhang der betreffenden Grössen durch die Erfahrung sehr wohl bestätigt wird, kann jeder Ziehtechniker durch eigene Beobachtungen und Versuche sich überzeugen.

Treten nun den die Knickung hervorrufenden Kräften H äussere, normal zur Knickungsachse gerichtete, gleich oder grösser bemessene Kräfte L bezw. N entgegen, oder anschaulich gesprochen, gelangt der Blechhalter zur Wirkung, alsdann wird eine Faltenbildung nicht eintreten können; die Körperteilchen werden, da sie seitwärts nicht entweichen können, gezwungen, den bei früherer Gelegenheit besprochenen Verschiebungen sich zu unterwerfen. Selbstverständlich bleiben auch dann die aufgestellten Beziehungen bestehen.

Die Grösse dieser äusseren, das Material niederdrückenden Kraft — *Blechhalterdruck, Blechhalterspannung* — ist leider nur bei hydraulischen Ziehpressen direkt am Manometer messbar. Um sie bei einer Räderziehpresse mit beweglichem Blechhalter zu bestimmen, wurden die vier den Blechhalterrahmen tragenden Schrauben mit Kegelfedern armiert und die oberen Schraubenmuttern so lange angezogen, bis das Mass der Spannung ein richtiges war. Hierbei wurden drei Grenzen ausgesteckt: und zwar die erste, bei welcher noch Faltenbildung auftrat, die zweite, von welcher ein regelrechtes Ziehen stattfand und die dritte, bei der Bruch sich einstellte. Zu diesem von den Kegelfedern ausgeübten Drucke wurde das Gewicht des Rahmens und des jeweiligen Blechhalters hinzugefügt und in der Weise die gesamte Belastung erhalten.

Gleichviel ob im An- oder Weiterschlage verteilt sich dieselbe gleichmässig auf die Fläche des belasteten Ringes.

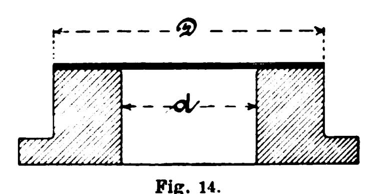


Fig. 14.

Im Anschlage (Fig. 14) wird also die gesamte Belastung betragen:

$$L = \frac{\pi}{4}(D^2 - d^2) \cdot p_1 \quad \ldots \ldots \quad 9)$$

worin p_1 die spezifische Belastung, den Flächendruck pro Flächeneinheit in mm² bedeutet. Bei gegebenem L berechnet sich derselbe:

$$p_1 = \frac{L}{\frac{\pi}{4}(D^2 - d^2)} \quad \ldots \ldots \quad 10)$$

Beim Weiterschlage ändern sich diese Verhältnisse insoweit, als an Stelle der wagerechten Ringfläche eine schiefe, unter einem gewissen Winkel α geneigte kommt.

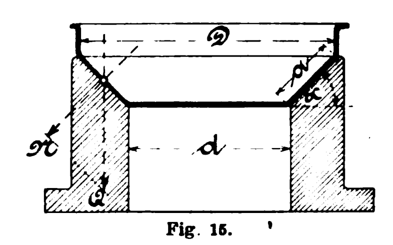


Fig. 15.

In der Regel beträgt dieser Winkel $\alpha = 45^\circ$. (Siehe Fig. 15.)

Von der gesamten Belastung L gelangt bloss die zur belasteten Fläche normal gerichtete Komponente N zur Wirkung, die sich wie oben auf die gesamte Ringfläche verteilt:

$$N = L \cos\alpha = F \cdot p_2 = a\,\pi\,\frac{D + d}{2} \cdot p_2 \quad \ldots \quad 11)$$

Wird darin a durch den Durchmesser ausgedrückt, so resultiert die spezifische Spannung:

$$p_2 = \frac{L \cos^2\alpha}{\frac{\pi}{4}(D^2 - d^2)} \quad \ldots \ldots \quad 12)$$

Für den Fall, dass $\alpha = 45^\circ$, wird:

$$p_2 = \frac{\frac{1}{2} L}{\frac{\pi}{4}(D^2 - d^2)} \quad \ldots \ldots \quad 13)$$

Die in dieser Weise für eine Anzahl von Platten experimentell gefundenen, spezifischen Blechhalterdrücke finden sich in der weiter unten folgenden Tabelle; an und für sich interessieren sie uns nicht, sie werden bloss in Verbindung mit dem Reibungskoeffizienten zur Ermittelung der Reibungswiderstände durchaus nötig sein.

Die Reibungswiderstände.

Wenn die Matrizenöffnung mit dem Stempel im Durchmesser gleich bemessen wäre, müsste beim Vordringen des Stempels ein Lochen, ein Abscheren des Materials eintreten; da jedoch der innere Matrizendurchmesser stets grösser, gewöhnlich um 3 bis 4 Blechstärken mehr beträgt, wird der Ziehstempel bestrebt sein, die belasteten Blechränder in den Spielraum zu ziehen, was auch eintritt, sobald die zwischen Arbeitsstück und Werkzeug auftretenden Reibungswiderstände überwunden werden. Bekanntlich sind diese von dem Normaldrucke, der Beschaffenheit der Flächen, dem auf die Flächeneinheit entfallenden Drucke, sowie von der Geschwindigkeit der Reibungsbewegung abhängig. Bei der Berechnung der Reibungswiderstände ist wohl zu beachten, dass das Blech zwischen *zwei* Körpern durchgezogen wird, somit zwei Oberflächen in Rechnung zu ziehen sind.

Wird mit u der Koeffizient der gleitenden Reibung bezeichnet, der für höhere Flächendrücke von *Rennie* gefunden wurde, so ergeben sich die gesamten Widerstände wie folgt:

für den Anschlag:

$$R_1 = 2\,F_1\,p_1\,u = 2\,\frac{\pi}{4}(D^2 - d^2) \cdot p_1\,u \quad \ldots \quad 14)$$

für den Weiterschlag:

$$R_2 = 2\,F_2\,p_2\,u = 2\,\frac{1}{\cos\alpha} \cdot \frac{\pi}{4}(D^2 - d^2) \cdot p_2\,u \quad \ldots \quad 15)$$

für den besonderen Fall $\alpha = 45$ ist:

$$R_2 = 2{,}828\,\frac{\pi}{4}(D^2 - d^2) \cdot p_2\,u \quad \ldots \quad 16)$$

Laufende Nummer	Zug	Metall	D	d^1	d	S	$\frac{\pi}{4}(D^2-d^2)$	S_b	S_s		Blech-halter-be-lastung	Arbeitsweise	p_w	$(pu)_w$	$(pu)_s$		$(pu)_b$
			mm	mm	mm	mm	mm²	kg/mm²	max.	min.	kg		kg		max.	min.	
1	I	Aluminium	140	98	90	0,79	7851	8,23	7,08	3,29	1120	faltet	0,1427	0,0383	0,10397	0,04836	0,1209
2	I	„	140	98	90	0,79	7851	8,23	7,08	3,29	2509	zieht sich gut	0,3196	0,1074	0,10397	0,04836	0,1209
3	I	„	140	98	90	0,79	7851	8,23	7,08	3,29	2757	reisst	0,3512	0,1198	0,10397	0,04836	0,1209
4	I	Messing	140	98	90	0,43	7851	15	10,95	6	2375	zieht sich gut	0,3025	0,0667	0,08761	0,04799	0,11997
5	I	„	140	98	90	0,43	7851	15	10,95	6	3207	zieht sich sehr	0,4085	0,0924	0,08761	0,04799	0,11997
6	I	Eisen	140	98	90	0,34	7851	25	18,25	16,50	1601	faltet sehr	0,2039	0,0664	0,11532	0,10435	0,1581
7	I	„	140	98	90	0,34	7851	25	18,25	16,50	2312	beginnt zu falten	0,2945	0,1042	0,11532	0,10435	0,1581
8	I	„	140	98	90	0,38	7851	24,4	17,81	16,10	2509	zieht sich gut	0,3196	0,1148	0,12592	0,11383	0,17242
9	I	„	140	98	90	0,45	7851	29,8	21,75	19,67	5757	beginnt zu falten	0,3512	0,1466	0,18209	0,16461	0,24943
10	I	„	140	98	90	0,45	7851	29,8	21,75	19,67	4021	zieht sich sehr	0,5122	0,1951	0,18209	0,16461	0,24943
11	I	„	280	203	194	0,50	29210	19	13,9	12,5	6642	zieht sich gut	0,2274	0,07619	0,07576	0,06813	0,10355
12	I	„	280	203	194	0,50	29210	19	13,9	12,5	4138	faltet	0,1416	0,04037	0,07576	0,06813	0,10355
13	I	„	295	195	183	0,50	38485	20	14,6	13,2	7080	zieht sich gut	0,1839	0,05803	0,05811	0,05254	0,0796
14	I	„	295	195	183	0,50	38485	20	14,6	13,2	6648	faltet	0,1727	0,04827	0,05811	0,05254	0,0796
15	I	„	330	234	223	0,60	42525	20	14,6	13,2	9796	zieht sich viel	0,2303	0,07750	0,07572	0,06846	0,10372
16	I	„	330	234	223	0,60	42525	20	14,6	13,2	7632	faltet	0,1794	0,05614	0,07572	0,06846	0,10372
17	I	„	340	234	223	0,40	47787	26	19	17	9156	zieht sich gut	0,1916	0,06114	0,06158	0,05510	0,08427
18	I	„	340	234	223	0,40	47787	26	19	17	7708	faltet	0,1613	0,04866	0,06158	0,05510	0,08427
19	I	„	390	265	253	0,58	64305	17	12,4	11,2	9186	beginnt zu falten	0,1428	0,04087	0,04655	0,04204	0,06382
20	I	„	390	265	253	0,58	64305	17	12,4	11,2	8742	faltet sehr	0,1359	0,03799	0,04655	0,04204	0,06382
21	I	Aluminium	270	182	173	1,10	31240	8	6,9	3,2	5242	zieht sich gut	0,1677	0,05126	0,06921	0,03219	0,08048
22	I	„	270	182	173	1,10	31240	8	6,9	3,2	4202	faltet	0,1345	0,03740	0,06921	0,03219	0,08048
23	II	„	166	145	144	1,10	5129	8	6,9	3,2	4453	zieht sich gut	0,43419	0,16662	0,23822	0,11849	0,27624
24	II	„	166	145	144	1,10	5129	8	6,9	3,2	1353	beginnt zu falten	0,13179	0,04037	0,23822	0,11849	0,27624
25	I	Kupfer	323	221	213	0,90	43580	16	12	6,4	10001	zieht sich noch	0,2295	0,04906	0,08592	0,04582	0,11456
26	I	„	323	221	213	0,90	43580	16	12	6,4	8915	faltet	0,2045	0,04301	0,08592	0,04582	0,11456
27	II	„	207	183	182	0,90	7351	16	12	6,4	9148	zieht sich gut	0,6222	0,1441	0,29868	0,14934	0,39824
28	II	„	207	183	182	0,90	7351	16	12	6,4	8948	beginnt zu falten	0,6086	0,1408	0,29868	0,14934	0,39824

Falls die Blechhalterspannung bis zur Bruchgrenze gesteigert wird, stellen sich die Reibungswiderstände bezüglich ihrer Grösse jenen Kräften gleich, welche im innersten eingespannten Ringe dem Zerreissen Widerstand leisten.

Diese Beziehung drückt sich in der allgemeinen Formel

$$R = 2\,F\,p\,u = U\,.\,\delta\,.\,S \quad . \; . \; . \; . \quad 17)$$

aus, wenn U den Umfang des eingespannten Ringes und S die Zugfestigkeit des Materials bedeutet.

Nach Einsetzung der betreffenden Werte ergibt sich für den Anschlag:

$$2\,\frac{\pi}{4}\,(D^2 - d^2)\,p_1\,u = \pi\,d\,.\,\delta\,.\,S \quad . \; . \; . \quad 18)$$

Weiterschlag:

$$2{,}828\,\frac{\pi}{4}\,(D^2 - d^2)\,p_2\,u = \pi\,d\,\delta\,S \quad . \; . \; . \quad 19)$$

Für die weitere Folge von Wichtigkeit sind die spezifischen Reibungswiderstände pro mm², welche für eine gegebene Ziehweise folgendermassen sich bestimmen:

Anschlag:

$$p_1\,u = 2\,\frac{d}{D^2 - d^2}\,.\,\delta\,S \quad . \; . \; . \; . \; . \quad 20)$$

Weiterschlag:

$$p_2\,u = 1{,}414\,\frac{d}{D^2 - d^2}\,.\,\delta\,S \quad . \; . \; . \; . \quad 21)$$

Aus diesen beiden Gleichungen wurden folgende wertvolle Schlussfolgerungen abgeleitet:

Sind die Durchmesser der Platten- bezw. Cylinder-, sowie der Matrizenöffnungen konstant, ferner die Bleche von gleicher Festigkeit, jedoch verschiedener Stärke, alsdann sind:

$$p\,u : p^1\,u^1 = \delta : \delta^1 \quad . \; . \; . \; . \; . \quad 22)$$

die spezifischen Reibungswiderstände den Blechstärken direkt proportional; also je grösser die Blechstärke, desto grösser die Reibungswiderstände und umgekehrt. Für die Richtigkeit dieses für den Ziehvorgang höchst wichtigen Satzes sprechen nicht nur die hier in obiger Tabelle durch Versuche ermittelten Werte, sondern auch die alltäglichen beim Ziehen sich beständig wiederholenden Erscheinungen.

Diese bestätigen gleichfalls den Satz, dass bei konstantem äusseren und inneren Matrizendurchmesser und Platten gleicher Stärke, jedoch verschiedener Festigkeit, *die spezifischen Reibungswiderstände sich so verhalten wie die Festigkeiten der Materialien:*

$$p\,u : p^1\,u^1 = S : S^1 \quad . \; . \; . \; . \; . \quad 23)$$

Einen schlagenden Beweis hierfür liefert das Verhalten gleich bemessener Eisen- und Aluminiumplatten; jeder Zieharbeiter weiss, dass bei letzteren die Blechhalterspannung eine bedeutend geringere sein muss, als bei ersteren. Da der Reibungskoeffizient mit dem spezifischen Flächendrucke wächst oder abnimmt, entspricht dem geringeren Drucke selbstverständlich auch eine geringere Reibung.

Bei verschiedenem Stanzverfahren von Platten gleicher Dimensionen und Festigkeit findet die Beziehung statt:

$$p\,u : p^1\,u^1 = \frac{d}{D^2 - d^2} \cdot \frac{d^1}{D^2 - d^2} \quad . \; . \; . \quad 24)$$

wobei *die spezifischen Reibungswiderstände mit der Zunahme des Matrizendurchmessers d wachsen und umgekehrt.*

Daraus folgt, dass bei Verringerung der spezifischen Reibungswiderstände die Möglichkeit sich darbietet, den Durchmesser des Ziehstempels geringer zu bemessen, welcher Umstand das Stanzverfahren ökonomisch günstiger gestaltet. Ausserdem wird hierdurch noch der Vorteil erreicht, dass auch Bleche von geringerer Stärke und Festigkeit mit gleichem Erfolg verwendet werden können; aus dem Grunde ist die Verkleinerung des Reibungskoeffizienten durchaus anzustreben. Da derselbe — wie eingangs schon erwähnt wurde — von der Beschaffenheit der Oberflächen und dem Schlüpfrigkeitsgrade des Schmiermittels abhängt, sollen die belasteten wie die inneren Flächen der Matrizen im allgemeinen alle mit dem Bleche unmittelbar in Berührung kommenden Flächen glatt geschliffen werden, die Eintauchflüssigkeit soll die möglichst grösste Schlüpfrigkeit besitzen, was durch Warmhalten des Seifenwassers erreichbar ist; in besonderen Fällen, wie beim Ziehen von Platten geringer Festigkeit ist Oel zu verwenden.

Stellt man die Produkte aus den von *Remie* gefundenen Reibungskoeffizienten und den hierzu gehörigen Flächendrücken graphisch dar, so erhält man für die spezifischen Reibungswiderstäde eine Gerade von der Gleichung für Stahl auf Gusseisen

$$p\,u = 0{,}4175\,p - 0{,}01875 \quad . \; . \; . \; . \quad 25)$$

Messing auf Gusseisen

$$p\,u = 0{,}2421\,p - 0{,}0065 \quad . \; . \; . \; . \quad 26)$$

Durch diese Beziehung ist die Möglichkeit geboten, die spezifischen Reibungswiderstände jedesmal zu ermitteln, wenn die spezifischen Flächendrücke p bekannt sind.

Auf diesem Wege wurden auch bei den vom Verfasser angestellten Versuchen die spezifischen Reibungswiderstände aus den experimentell gefundenen spezifischen Flächendrücken ermittelt und in die Tabelle S. 445 eingetragen; darin sind mit Indexen s und b, die der Streck- bezw. Bruchgrenze entsprechenden, mit w die experimentell gefundenen empirischen Werte bezeichnet. Bei den ersten zehn Versuchsnummern wurden die Zugfestigkeit auf einer Zerreissmaschine bestimmt, bei den weiteren angenähert der Blechgattung gewählt. Aus den Spalten der Tabelle erhellt, dass die empirisch ermittelten Werte $(p\,u)_w$, den nach Formeln 20) und 21) berechneten maximalen bezw. minimalen $(p\,u)_s$, sowie $(p\,u)_b$ sehr nahe kommen.

Die Thatsache, dass zwischen den auf verschiedenem Wege ermittelten Grössen solche Uebereinstimmung sich ergibt, liefert für die Richtigkeit der vorstehenden Berechnungsmethode einen hinreichenden Beweis.

Weitere Beispiele können hier wegen Mangel an vollendetem Versuchsmaterial nicht geboten werden; der Verfasser ist jedoch bemüht, um der Methode Eingang ins praktische Leben zu verschaffen, eine ausführliche Tafel der spezifischen Reibungswiderstände für praktischen Gebrauch zusammenzustellen.

Eigenschaften der Ziehbleche.

Den schlagendsten Beweis, dass diese bei dem Arbeitsvorgange eine sehr wichtige Rolle spielen, liefert die Geschichte der Ziehtechnik, welche erst dann Erfolge zu verzeichnen hatte, als die Feinblechwalzwerke ein nach jeder Richtung hin gediegenes Material zu liefern begannen.

Massgebend für die Beurteilung eines Ziehbleches ist vor allem seine *Geschmeidigkeit*, d. i. jene Eigenschaft des Metalles, unter Einwirkung der Zugkraft die erörterten Verschiebungen der Körperteilchen behufs Formveränderung zu gestatten. Die Geschmeidigkeit ist bekanntlich von der chemischen Zusammensetzung und der Dichtigkeit des Metalles abhängig und ihr Mass lässt sich durch die Grösse des Elastizitätsmoduls und der Festigkeit ausdrücken; je grösser der Unterschied beider, desto geschmeidiger ist das Material. Durch das Ziehen ändert sich infolge der stattfindenden Dehnung und Stauchung die Geschmeidigkeit aller Metalle, jedoch bei allen nicht in gleichem Masse, welcher Umstand eine verschiedene Abstufung der Werkzeuge bedingt. Eine gelinde Abnahme würde bei manchen Metallen eine unnötige Verteuerung hervorrufen, dagegen möchten schroffe Uebergänge bei Materialien, in denen raschere Steigerung der Elastizität als der Festigkeit erfolgt, Bruch verursachen. (Siehe Gleichung 6.)

Geht die Geschmeidigkeit infolge längerer Bearbeitung verloren, alsdann ist es notwendig, das Metall auf eine seiner Eigenheit entsprechende Temperatur zu glühen, wodurch die Gleichgewichtslage der durch die Verschiebungen unnatürlich gespannten Moleküle hergestellt, d. h. die Elastizitätsgrenze und Festigkeit und hiermit auch die Geschmeidigkeit auf ihr früheres Mass zurückgebracht werden.

Was das Aeussere der Bleche anbelangt, sollen sie so beschaffen sein, dass die Reibungswiderstände beim Ziehen sich sehr gering beziffern; demnach sind die Oberflächen rein, frei von jeder Oxydhaut oder fremden Körpern, im allgemeinen glatt zu halten.

Diese Regel gilt selbstverständlich nicht nur für den Anschlag, sondern auch für den Weiterschlag. Behufs dessen sind die Arbeitsstücke nach erfolgtem Glühen so zu beizen, dass die als Schleifmittel auftretende Oxydhaut beseitigt wird.

Grundlagen für die Ermittelung der Zuschnitte.

Da die Beziehung $F_0 = F_1$, wie nachgewiesen wurde, nicht besteht, fehlt es scheinbar an jedem Grundsatze, laut welchem eine genauere Berechnung der Zuschnitte erfolgen könnte. Scheinbar, weil doch gewisse Beziehungen zwischen den Flächen vor und nach dem Ziehen aufstellbar sind, an deren Hand Ergebnisse erreicht werden, deren Genauigkeit für die Praxis vollauf hinreichend ist.

Bezeichnet F_0 die Fläche und δ_0 die Stärke des Zuschnittes, F_1 und δ_1 dieselben Grössen des fertig gezogenen Arbeitsstückes, V_0 und V_1 die Volumina der beiden Körper, alsdann besteht — wie schon bei früherer Gelegenheit erwähnt wurde — die Beziehung:

$$F_0\,\delta_0 = F_1\,\delta_1 \quad \ldots\ldots \quad 27)$$

weil $V_0 = V_1$ und $V_0 = F_0\,\delta_0$, sowie $V_1 = F_1\,\delta_1$. Daraus bestimmt sich weiter

$$F_0 = F_1\,\frac{\delta_1}{\delta_0} = F_1 \,.\, \alpha \quad \ldots\ldots \quad 28)$$

Das Verhältnis $\frac{\delta_1}{\delta_0} = \alpha$ heisst je nach Umständen, ob Dehnung oder Stauchung überwiegt, Verdünnungs- oder Stauchungsverhältnis. Hier werde es der Kürze und Allgemeinheit wegen Ziehkoeffizient genannt. Es ist einleuchtend, dass dasselbe für verschiedene Metalle verschieden sich gestalten wird, ebenso, dass es von dem Verhältnisse des Gefässdurchmessers zur Ziehtiefe abhängt. Wie aus Tabelle Fig. 9 erhellt, war bei dem Versuchsstücke für den Boden und die sechs Ringe der durchschnittliche Ziehkoeffizient für den Anschlag

$$\frac{d}{h} = 2{,}8,\ \alpha = 0{,}058,$$

für den ersten Weiterschlag

$$\frac{d}{h} = 1{,}7,\ \alpha = 0{,}964$$

und für den zweiten Weiterschlag

$$\frac{d}{h} = 1,\ \alpha = 1{,}013.$$

Um den Ziehkoeffizienten für ein gegebenes Metall schnell und angenähert zu bestimmen, teile man ein gezogenes Gefäss mittels Striche so ein, dass die Ring- und Bodenflächen einander gleich werden, zerschneide danach die Wand und messe innerhalb der Striche die Blechstärke. Das Mittel aus diesen dividiert durch die Stärke der angewandten Platte ergibt schon den verlangten Ziehkoeffizienten für ein gewisses Verhältnis $\frac{d}{h}$.

Als Anhalt für die Berechnung der Zuschnitte können folgende in nachstehender Tabelle eingetragenen, aus zahlreichen Versuchen ermittelten Werte dienen. Bei den vom Verfasser angestellten Berechnungen haben sie sich bewährt, womit jedoch nicht gesagt sein soll, dass sie für alle Blecharten gleichermassen brauchbar sind.

Eisen		Neusilber		Messing		Aluminium	
$\frac{d}{h}$	a	$\frac{d}{h}$	a	$\frac{d}{h}$	a	$\frac{d}{h}$	a
—	—	2,91	1,007	—	—	—	—
2,64	1,056	2,50	1,018	2,62	0,941	—	—
—	—	2,40	1,047	2,33	0,972	—	—
—	—	1,73	1,082	2,29	1,010	2,15	0,984
1,47	1,100	1,48	1,074	1,625	1,029	1,90	0,984
—	—	1,375	1,086	1,43	1,044	1,314	1,010
0,857	1,140	0,818	1,096	1,31	1,047	0,903	1,027
—	—	—	—	0,782	1,053	0,666	1,066

Aus der Tafel ist ersichtlich, dass je tiefer ein Gefäss gezogen, d. h. je kleiner das Verhältnis $\frac{d}{h}$, ferner je weniger geschmeidig das Material ist, desto grösserer Zuschlag zu der berechneten Oberfläche des gegebenen Körpers hinzugefügt werden muss, um den richtigen Zuschnitt zu erhalten.

Dimensionierung der Werkzeuge.

Unter Beachtung der den Ziehprozess beeinflussenden Faktoren hat sich dem Verfasser für die Bemessung der Werkzeuge folgender Näherungsweg ergeben:



Schon aus den Formeln 18) und 19) liessen sich die Matrizendurchmesser angenähert, für die Praxis jedoch hinreichend genau bestimmen; um genaue Werte zu erhalten, ist es notwendig zu beachten, dass in Wirklichkeit der Durchmesser des gezogenen Hohlcylinders mit dem inneren Durchmesser des eingespannten Kreisringes nicht überein-

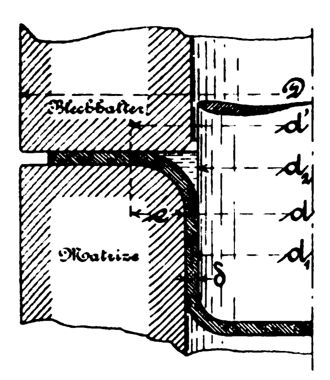


Fig. 16.

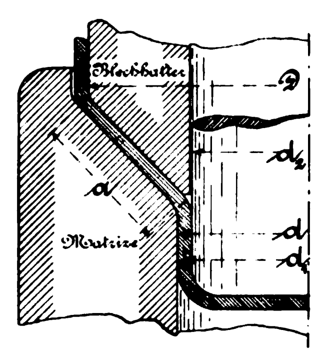


Fig. 17.

stimmt, weshalb in den beiden Gleichungen die entsprechenden Werte an Stelle jener einzusetzen sind.

Danach ergibt sich nach Fig. 16 für den *Anschlag:*

$$2\frac{\pi}{4}(D^2-d^2)\,p\,u=\pi\,d_1\,\delta\,S \quad . \; . \; . \quad 29)$$

worin

$$d_1=d-\delta=d^1-2\,e-\delta$$

und da in der Regel

$$e=2+0{,}01\,D,$$

so ist

$$d_1=d^1-4-0{,}02\,D-\delta.$$

Nach Einsetzung dieses neuen Wertes erhält man vorerst:

$$2\frac{\pi}{4}(D^2-d^2)\,p\,u$$
$$=\pi\,(d^1\,\delta\,S-4\,\delta\,S-0{,}02\,D\,\delta\,S-\delta^2\,S) \quad . \quad 30)$$

und nachher aus dieser quadratischen Gleichung:

$$d^1=\frac{1}{p\,u}\left[\sqrt{\delta^2 S^2+D^2 p^2 u^2+\delta\,S\,p\,u\,(8+0{,}04\,D+2\,\delta)}-\delta\,S\right] \quad 31)$$

Für den Praktiker genügt jedoch die grobe Regel:

$$d^1=\frac{1}{p\,u}\left[\sqrt{\delta^2 S^2+D^2 p^2 u^2}-\delta\,S\right] \quad . \quad 32)$$

und

$$d=d^1-2\,e=d^1-2\,(2+0{,}01\,D) \quad . \; . \quad 33)$$

Im *Weiterschlag* ist in die Formel 19) statt d der Wert $d_1=d-\delta$ einzusetzen:

$$2{,}828\,\frac{\pi}{4}(D^2-d^2)\,p\,u=\pi\,(d-\delta)\,\delta\,S \quad . \quad 34)$$

woraus sich d bestimmt:

$$d=\frac{1}{2\,p\,u}\left[\sqrt{2\,\delta^2 S^2+4\,(D^2 p^2 u^2+1{,}414\,p\,u\,\delta^2 S)}-1{,}414\,\delta\,S\right] \quad 35)$$

Auch hier ist der Ausdruck $4\times 1{,}414\,p\,u\,\delta^2\,S$ sehr gering und kann vernachlässigt werden. Als praktische Regel kann gelten:

$$d=\frac{1}{2\,p\,u}\left[\sqrt{2\,\delta^2 S^2+4\,D^2 p^2 u^2}-1{,}414\,\delta\,S\right] \quad 36)$$

Diese beiden Formeln 32) und 36) sind demnach für die Konstruktion von Anschlag- bezw. Weiterschlagwerkzeugen grundlegend. In ihnen ist ebenfalls die schon bei früherer Gelegenheit erörterte Abhängigkeit des Matrizendurchmessers von den spezifischen Reibungswiderständen, der Blechstärke, dem Durchmesser der Scheibe bezw. des Cylinders und endlich der Festigkeit des Materials zum Ausdrucke gebracht.

Die äusserste Grenze der einmaligen Abstufung, bei welcher schon Bruch eintritt, ergibt sich aus den Formeln, wenn der Wert S der Zugfestigkeit des betreffenden Metalls gleichgesetzt wird.

Brauchbare, der Streckgrenze entsprechende Durchmesser werden erhalten, wenn an Stelle der Zugfestigkeiten die innerhalb der Streck- bezw. Quetschgrenzen liegenden Spannungen eingesetzt werden. Dieselben sind bekanntlich für:

Eisen	$S_s=(0{,}66 \div 0{,}73)\,S_b$	. 37)
Kupfer und Messing .	$S_s=(0{,}4 \div 0{,}73)\,S_b$	. 38)
Aluminium	$S_s\backsim(0{,}4 \div 0{,}80)\,S_b$	. 39)

Durch zwei Zahlenbeispiele möge man sich überzeugen, dass die vorliegende Berechnungsmethode sehr einfach ist, wenn auch bei nur oberflächlicher Durchsicht dieselbe wegen der Anführung einer bedeutenden Menge von Formeln für zu kompliziert gehalten werden könnte.

1. Es sei die Aufgabe gestellt, für eine Eisenscheibe von $D=390$ mm, $\delta=0{,}60$ mm und $S=17$ kg/mm², das Anschlagwerkzeug zu konstruieren: Laut Tabelle S. 445 ist für diesen Durchmesser und ungefähr diese Stärke

$$(p\,u)_s=0{,}043$$

und

$$S_s=0{,}66\,S_b=0{,}66\times 17=11{,}2$$

zu wählen.

Nach Formel 32) ist:

$$d^1=\frac{1}{(p\,u)_s}\left[\sqrt{\delta^2 S^2+D^2(p^2 u^2)_s}-\delta\,S_s\right]$$
$$=\frac{1}{0{,}043}\left[\sqrt{0{,}6^2\times 11{,}2^2+390^2\times 0{,}043^2}-0{,}6\times 11{,}2\right]$$
$$=263{,}7\ \text{mm}$$

und schliesslich

$$d=d^1-2\,e=d^1-2\,(2+0{,}01\cdot 390)$$
$$=263{,}7-11{,}8=251{,}9\backsim 252\ \text{mm}.$$

2. Zwecks Konstruktion einer Ziehpresse für maximale Scheibendurchmesser $D=650$ mm, Stempeldurchmesser $d=500$ mm und Blechstärken $\delta=1$ mm von der Zugfestigkeit S_b 30 kg/mm² ist die maximale Blechhalterbelastung, sowie die maximale Zugkraft zu bestimmen.

An der Hand der Formel 20) wird vorerst $p\,u_b$ bestimmt:

$$p\,u=2\frac{d}{D^2-d^2}\cdot\delta\,S_b=2\frac{500}{650^2-500^2}-1\times 30$$
$$=0{,}173,$$

daraus p berechnet:

$$p=\frac{p\,u+0{,}01875}{0{,}4175}=\frac{0{,}173+0{,}01875}{0{,}4175}$$
$$=0{,}459\ \text{kg/mm}^2$$

und hernach die gesamte Belastung:

$$L=\frac{\pi}{4}(D^2-d^2)\,p=135\,481\times 0{,}459=62\,186\ \text{kg}.$$

Die Zugkraft wird aus der Gleichung:

$$P=\pi\,d\,\delta\,S_b$$

ausfindig gemacht.

$$P_{max}=1571\times 1\times 30=47\,130\ \text{kg}.$$

Im Verlaufe dieser Abhandlung wurde demnach gezeigt, dass die Feststellung der Vorgänge im Blechinnern wie auch die Kenntnis der den Ziehprocess begleitenden Umstände sowohl in theoretischer als auch in praktischer Beziehung von Bedeutung sind. Beide fördern das Verständnis der Zieharbeit, ermöglichen eine genauere, die Dehnung und Stauchung berücksichtigende Berechnung des Zuschnittes und liefern eine theoretisch begründete Unterlage für den Bau der Ziehpresse und ihrer Werkzeuge.

Weltausstellung in Paris.

Elektrisch betriebener Vollportalkran von 3 t Tragkraft.

Die deutsche Industrie für Hebemaschinen ist auf der Pariser Weltausstellung ausser durch den in *D. p. J.* **314** * 177 beschriebenen 25-t-Montagekran von der Maschinenfabrik *Karl Flohr* in Berlin u. a. würdig vertreten durch einen elektrisch betriebenen Vollportalkran von der Mannheimer Maschinenfabrik *Mohr und Federhaff* in Mannheim. Die Hauptabmessungen sind:

Ausladung . . .	9,27 m
Rollenhöhe . . .	14 „
Hubhöhe	20 „
Spur	4,4 „
Radstand	4,5 „
Tragkraft . . .	3000 kg mit loser Rolle
„ . . .	1500 kg ohne Rolle.

Der Kran ist betrieben mit Drehstrom von 200 Volt Spannung und 50 Perioden.

Zur Anwendung gelangen zwei Motoren, von denen der eine mit einer Leistung von 23 PS bei 570 Touren zum Betrieb des Hubwerks, der andere mit 4,5 PS bei 940 Touren zum gemeinsamen Betrieb des Drehwerks und Fahrwerks dient. (Motoren und Apparate sind von *Siemens und Halske, Aktiengesellschaft*, in Charlottenburg.)

Die Stromzuführung geschieht unterirdisch, und zwar auf folgende Weise: In einem ausgemauerten Kanal (siehe Fig. 1 und 2), welcher an der Pflasteroberfläche in einem schmalen Schlitz von 30 mm endet, liegen die drei Zuleitungsschienen, isoliert an eisernen Quergestellen befestigt.

An dem der Kanalseite zugewendeten Portalfuss ist ein Gehäuse (Fig. 3) befestigt, aus welchem drei stromführende, isoliert angebrachte Kupferschienen in den Schlitz hinunterreichen, um dort mit ihren federnden Kontakten die Verbindung des Krans mit der Stromzuleitung herzustellen.

Die Fahrbewegung des Krans kann auf diese Weise unbegrenzt ausgedehnt werden. Wie aus der Gesamtzeichnung ersichtlich, kann hereinfallender Regen oder Schnee keinen Kurzschluss in den Zuleitungen bilden, weil die letzteren seitlich geschützt liegen. Zu beiden Seiten der Stromabnehmer greifen Sicherheitshebel in den Kanalschlitz hinein, welche eine Beschädigung des ersteren durch etwa vorhandene Widerstände dadurch verhindern, dass sie beim Anschlagen an diese einen dreifachen Momentausschalter zur Wirkung und somit den Kran zum Stehen bringen.

Von dem Sicherheitsausschalter, welcher sich in dem genannten Gehäuse (Fig. 3) befindet, nimmt die Leitung ihren Weg stets gut isoliert längs des Portals durch den Königsstock hindurch nach den Schleifringen, welche an diesen befestigt sind. Von da wird der Strom durch die Schleifbürsten, welche mit dem drehbaren Kranhaus fest verbunden sind, abgenommen und nach dem Schaltbrett geführt, von wo er sich über Sicherungen und dreipolige Ausschalter nach den Anlassern resp. Motoren verzweigt (Fig. 4).

Die Bedienung des Krans ist eine einfache. Der Führer hat seinen Stand vorn am Kranhaus und kann die Operationen des Krans vollkommen übersehen.

Mit der rechten Hand bedient er die Steuerung des Hubwerks, mit der linken den Anlasser für Dreh- bezw. Fahrwerk. Wird mit Fördergefässen oder Exkavatoren gearbeitet, so geschieht die Oeffnung und Schliessung derselben seitens des Führers durch einen besonderen Hebel.

Die Konstruktion und Funktion des Hubanlassers (Fig. 5) ist folgende: Auf einer Marmorplatte, an einem Gehäuse befestigt, sind im Kreise Kohlenkontakte angebracht, welche in drei Abteilungen, entsprechend den drei Phasen des Drehstroms, zerfallen.

Von diesen Kontakten gehen Anschlüsse an den Widerstand, welcher im Gehäuse untergebracht ist. Jede Phase hat einen besonderen Widerstand (Fig. 4). Als Vermittler der drei Phasen dienen drei Kupferrollen, welche untereinander elektrisch verbunden sind und immer auf entsprechenden Kontakten der drei Abteilungen gleichzeitig schleifen. Ist der Steuerhebel in seiner Mittelstellung, so ist der Strom vom Netz abgeschaltet und jede Bewegung

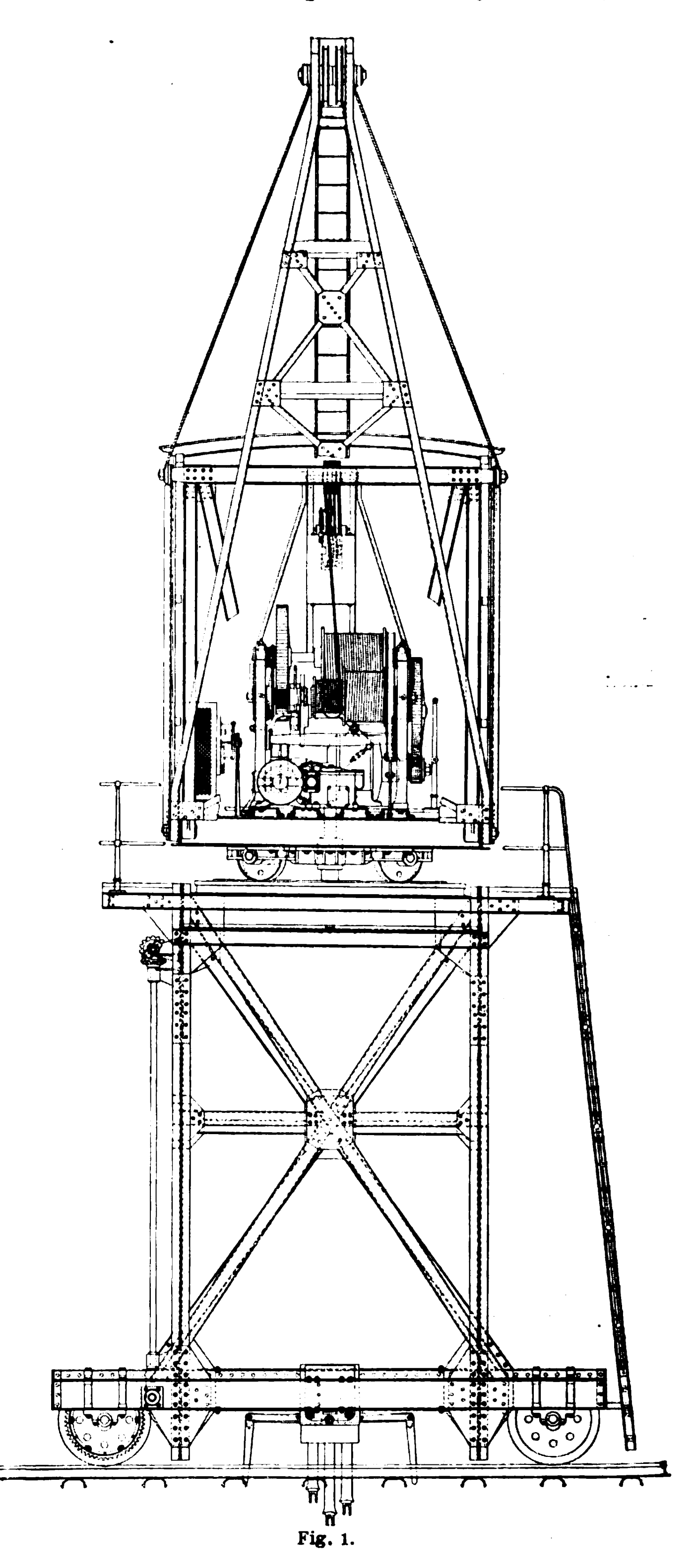


Fig. 1.

des Krans durch mechanische Bremsen gehindert. Zur Einleitung einer Hubbewegung des Krans wird der Steuerhebel zurückgelegt, dadurch die Motorankerbremse gelüftet und zugleich der Erregerstrom eingeführt. Durch weitere Bewegung des Hebels werden alsdann die eingeschalteten Anlasswiderstände der Reihe nach ausgeschaltet, so dass

in gewissen Grenzen der Motor jede beliebige Geschwindigkeit bis zu seiner Normaltourenzahl anzunehmen vermag. Beim Abstellen der Hubbewegung wiederholen sich diese Anlasserfunktionen in umgekehrter Reihenfolge, so dass der Motoranker seine ganze lebendige Kraft noch zur Lasthebung abgeben kann, bis der Steuerhebel, in seine Mittelstellung gebracht, erst den Strom ganz abschaltet und dann die Ankerbremse freigibt. Beim Senken der Last bleibt der Motor stehen; der Steuerhebel entkuppelt sich deshalb beim Vorlegen automatisch vom Anlasser, um lediglich die Bremse zu führen, was dadurch ausserordentlich zart geschehen kann.

Ein geringes Hakengewicht genügt schon, die Trommelachse abzudrehen, da Motor und Vorlegewelle durch das Vorlegen des Steuerhebels abgekuppelt werden. Der Anlasser für Dreh- und Fahrwerk (Fig. 6), ähnlich konstruiert wie der Hubanlasser, wird durch ein horizontales Handrad bedient und vermag dem Motor Strom für beide Umdrehungsrichtungen zuzuführen.

Ist das Handrad in seiner Mittelstellung, so ist auch hier der Strom vom Netz abgeschaltet und die Ankerbremse angezogen. Bei dessen Drehung nach rechts oder links wird die Ankerbremse gelüftet, der Strom eingeführt und bei weiterer Bewegung nach und nach die Widerstände ausgeschaltet, wobei sich die Kontaktrollen stets nur nach einer Richtung drehen. Da der Strom abgeschaltet wird, ehe die Ankerbremse einfällt, so hat es der Führer ganz in der Hand, die lebendige Kraft des sich drehenden Krans bis zum gewünschten Stillstand voll auszunutzen, wodurch wesentlich an Strom gespart wird. Die Drehrichtung des Handrades des Drehwerks sowohl als die Bewegung des Steuerhebels des Hubwerks sind mit der Bewegung der Last in Uebereinstimmung, so dass die Bedienung des Krans sehr einfach ist und falsche Griffe vermieden werden.

Das Hubwindwerk, dessen sämtliche Wellen in zwei gusseisernen Schildern gelagert sind, besteht aus Hubtrommel und doppelter Zahnradübersetzung. Das auf der Motorwelle aufgekeilte Trieb ist aus Rohhaut hergestellt und gewährleistet dem Windwerk, trotz der hohen Tourenzahl des Motors, einen stossfreien, elastischen, fast geräuschlosen Gang. Eine zweite Trommel, welche aus zwei Teilen von verschiedenem Durchmesser besteht, dient zur Aufnahme der Schliess- und Gegengewichtsseile, einer Vor-

Electrisch betriebener Portalkrahn
für Drehstrom 200 Volt Spannung bei 50 Perioden pro Secunde.

Directe Tragkraft am Seil = 1500 Kg., mit Flasche = 3000 Kg.
Ausladung = 9,27 m.
Rollenhöhe = 14 m.
Hubhöhe = 20 m.

Fig. 2.

richtung, welche die Fördergefässe resp. Exkavatoren auf beliebiger Höhe öffnen und schliessen lässt.

Exkavatoren (Selbstgreifer) haben den Vorteil, dass sie sich automatisch füllen, wenn es sich um Löschen oder Verladen von Kohlen, Erzen, Getreide u. s. w. handelt. Sie sind deshalb ausserordentlich leistungsfähig und sichern

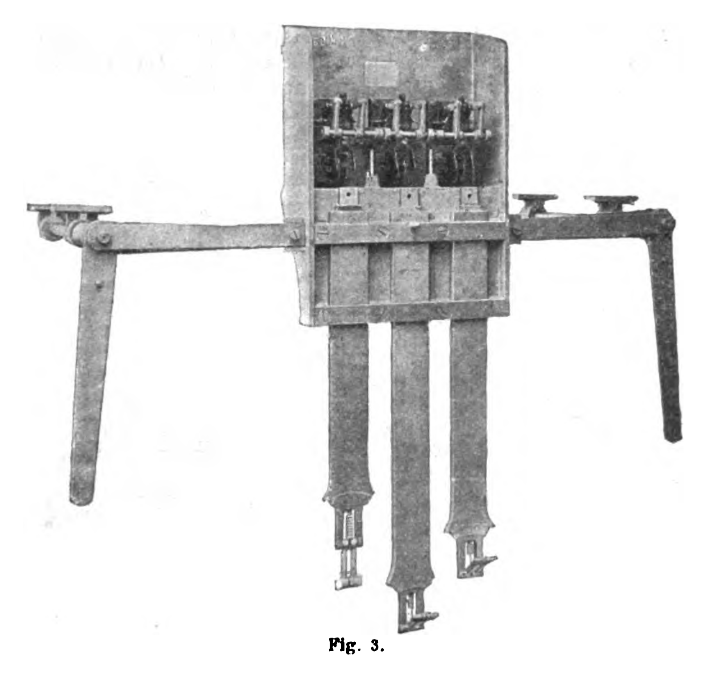


Fig. 3.

einen billigen ökonomischen Betrieb. Hub- und Entleerungsseil sind vierkant geflochten und bestehen aus bestem Patentpflugstahldraht. Die eigenartige Flechtung der Seile schliesst das so lästige Drehen gewöhnlicher Drahtseile aus. Um raschen Verschleiss derselben zu verhüten, sind

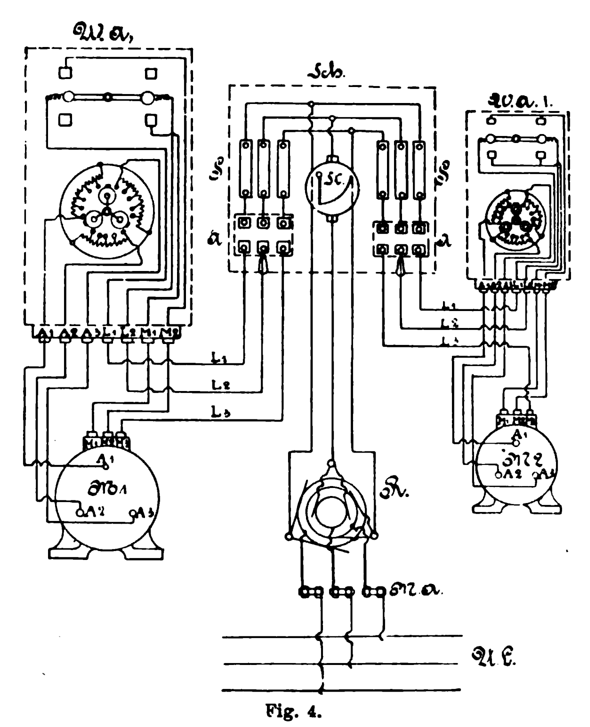


Fig. 4.

M_1 Hubmotor, M_2 Drehmotor, *WA* Anlasser für Hubmotor, WA_1 Wendeanlasser für Drehmotor, *Sch* Schaltbrett, *S* Sicherungen, *St* Stromzeiger, *A* Ausschalter, *R* Schleifringe, *MA* Momentausschalter, *UL* Unterirdische Leitungen.

die Trommeln und Rollen abgedreht genutet und in ihrem Durchmesser reichlich gross gehalten. Sämtliche Räder des Hubwerks sind auf einer Spezialräderfräsmaschine gefräst, Trommel- und Vorgelegeachsen in Walzenlagern gelagert, so dass ein ausserordentlich hoher Nutzeffekt, somit geringster Stromverbrauch gewährleistet wird.

Auf der Achse des Motors sitzt eine selbstthätig wirkende Differentialbremse, welche ein Rückwärtsdrehen des Motors unmöglich macht und deshalb auch im Falle einer plötzlichen Stromunterbrechung ein Abstürzen der Last verhindert. Dieselbe ist vollständig unabhängig von der schon früher erwähnten Ankerbremse, welche in direkter Verbindung mit dem Steuerhebel steht und zur Arretierung des in Bewegung befindlichen Motors dient.

Die Vorgelegewelle trägt eine der Firma gesetzlich geschützte Bremsbandkuppelung (D. R. P. Nr. 21339 und Nr. 78183), durch welche beim Senken der Last die Trommel nebst ihrer ersten Uebersetzung, wie schon oben bemerkt, vom übrigen Windwerk abgekuppelt wird.

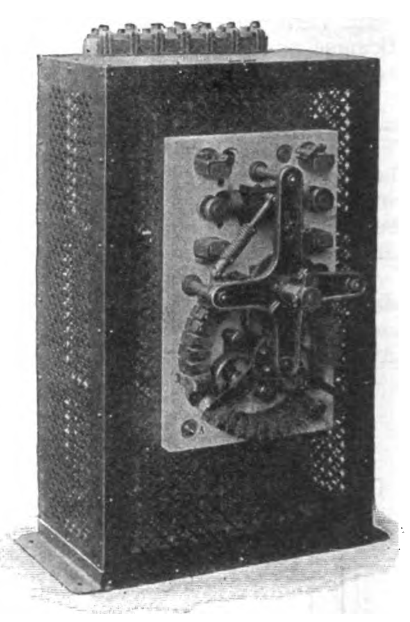


Fig. 5.

Das kleine Triebrad auf der Vorgelegewelle, welches mit dem Zahnrad der Hubtrommelachse in Eingriff steht, ist mit der Bremsscheibe der Kuppelung verbunden und läuft mit einer langen Büchse, aus Spezialbronze hergestellt, lose auf der Achse. Die Scheibe, welche das Bremsband mit seinem Stellzeug trägt, ist dagegen fest mit dieser Achse verkeilt. Durch ein Gewicht und einer auf der Vorgelegeachse sitzenden verschiebbaren Muffe, die mit Hilfe von Lenkern und Hebel mit dem Bremsband verbunden ist, wird das letztere fest angezogen, durch den Steuerhebel, wenn der Kranhaken abgelassen werden soll, aber gelöst.

Damit der Lasthaken nicht gegen die Auslegerrolle anlaufen kann, wird dessen Bewegung durch eine selbstthätig wirkende Vorrichtung, welche der Firma patentiert ist (D. R. P. Nr. 97500), rechtzeitig begrenzt.

Durch ein Zahnräderpaar wird von der Trommelwelle aus eine Achse angetrieben, auf welche flaches Gewinde geschnitten ist. Eine durch ein Hängegewicht an der Drehung verhinderte Laufmutter schraubt sich auf dieser Spindel hin und her, während eine zweite Mutter fest auf der Spindel sitzt. Beide Muttern besitzen gegeneinander gekehrte Nasen, die sich treffen, wenn sich der Lasthaken der Rolle auf ein gewisses Mass genähert hat. Die bewegliche Mutter nimmt nun an der Drehung teil und ein an ihr befestigter Arm zieht mittels eines Kettchens den Steuerhebel auf seine Bremsstellung, um den Motor still zu setzen. Durch den patentierten Ausschaltungsmechanismus ist dafür gesorgt, dass der Steuerhebel nicht über seine Bremsstellung hinaus bewegt werden kann und infolgedessen sich die Hubbremse lösen würde.

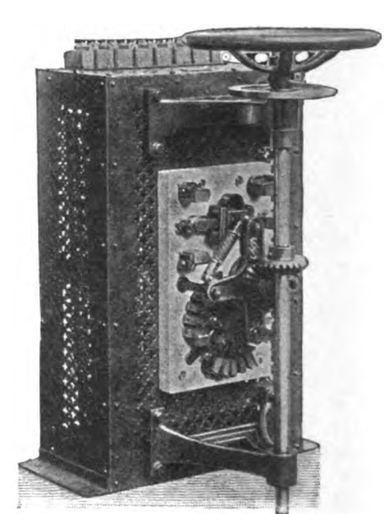


Fig. 6.

Die Bewegungen des Drehwerks und Fahrwerks werden von der verlängerten Motorwelle abgenommen; die Umschaltung für die eine oder andere Kranbewegung geschieht durch eine einfache Kuppelung, welche von Hand bedient wird. Auf der Motorwelle selbst befindet sich ferner eine elastische Kuppelung, welche zugleich als Bremsscheibe für die Ankerbremse des Dreh- resp. Fahrwerks ausgebildet ist.

Das Drehwerk besitzt einen auf der verlängerten Motorwelle angebrachten zweigängigen, aus Stahl hergestellten und gehärteten Wurm mit Stahlkugellagerung und ein dazu gehöriges gefrästes Wurmrad, welche in einem geschlossenen gusseisernen Gehäuse vollständig unter Oel laufen. Die Wurmradachse trägt an ihrem unteren Ende ein Gussstahltrieb, das an dem festliegenden Zahnkranz abrollt und die Drehung des Krans hervorbringt. Vier gussstählerne Laufräder, welche auf einem abgedrehten Stahlschienenkranz laufen, übertragen den Lastdruck auf das Portal.

Das Fahrwerk schliesst sich mittels Rohhauttriebes und gefrästem Stirnrad ebenfalls an die verlängerte Motorwelle an. Die Bewegung des Motors wird dann durch eine eingekapselte Wurmradübersetzung, deren Wurmradwelle durch den Königszapfen hindurchgeführt ist und einigen Wellen mit konischen Getrieben auf die gussstählernen Laufräder übertragen.

Die Zugänglichkeit des Krans ist durch Leitern am Portal und Schnabel sowie durch eine auf dem Portal befindliche Plattform bequem gemacht.

Das Kranhaus ist solid aus genutetem Holz gefertigt und dessen Dach mit Zinkblech beschlagen. Die Durchgangsöffnung der Seile besitzt Schutzvorrichtungen, um das Eindringen von Regen und Schnee in das Innere des Gehäuses zu verhindern.

Elektrische Beleuchtung ist in Form von festen und transportablen Glühlampen vorgesehen.

Die Geschwindigkeiten der Kranbewegungen, welche langjährigen praktischen Erfahrungen entsprechen, sind folgende:

Heben: 0,4 bezw. 0,8 m/Sek. je nach Anwendung der losen Rolle,
Drehen: 1,5 m/Sek. am Haken,
Fahren: 0,2 m/Sek.

Der Stromverbrauch eines Kranspiels, zusammengesetzt aus nachstehenden Bewegungen, ist zu etwa 120 Watt-Stunden garantiert.

Heben von 1500 kg auf 10 m,
Drehen der Last um 180°,
Absetzen der Last um 2 m,
Heben des leeren Hakens um 2 m,
Zurückdrehen ohne Last um 180°,
Ablassen des leeren Hakens um 10 m.

Der Kran ist im stande 25 Kranspiele pro Stunde zu leisten; bei Anwendung eines Exkavators von 1,75 cbm Inhalt, welcher etwa 1300 kg Kohlen fasst, können demnach bei 10stündiger Arbeitszeit täglich etwa 325 t Kohlen gefördert werden.

Vorstehende Konstruktion soll sich in zahlreichen, gleichen und ähnlichen Ausführungen vorzüglich bewährt haben.

Kleinere Mitteilungen.

Zur Lösung des Flugproblems.

Schon vor einigen Jahren hat auf einer Naturforscherversammlung der Physiker Prof. *Boltzmann* den Ausspruch gethan, dass wir unmittelbar vor der Lösung des Flugproblems stünden und jeder Tag die Erfindung des lenkbaren Luftschiffes bringen könne. Aber im Augenblick streiten sich die Theoretiker sogar noch über die grosse prinzipielle Frage, ob die Luftschiffahrt *den Ballon*, welcher die ganze oder den grössten Teil der Auftriebskraft darstellt, entbehren kann, oder ob er unentbehrlich ist. Das grossartigste unter den neuesten Projekten des lenkbaren Luftschiffes ist wohl dasjenige des Grafen *Zeppelin*. Dasselbe beruht auf dem Prinzip der Unentbehrlichkeit des Gasballons; eine Reihe anderer wollen bloss durch Motoren, Luftschrauben und Flügel Auftrieb und Fortbewegung in der Luft erzielen.

Unter den letzteren ist das Projekt des österreichischen Ingenieurs *Kress* eines der interessantesten, dessen Luftschiff vor den Thoren Wiens fast fertig liegt. Bei der Station Unter-Tullnerbach der Westbahn liegt das grosse Staubassin der Wien, eine imposante Wasserfläche. An den südlichen Ausläufen dieses Sees erhebt sich eine Holzhütte mässigen Umfanges, welche das Heim des Luftschiffes bildet.

Das *Kress*'sche Prinzip beruht auf der Anwendung von Drachenflächen. Es präsentiert sich nicht gerade überwältigend, und im Vergleiche zu den riesigen Dimensionen, welche das Luftschiff des Grafen *Zeppelin* aufweist, ist es ein Zwerg zu nennen. Immerhin hat dieser Apparat eine Längenausdehnung von gut 10 m und besteht in seinem unteren Teile aus einer Art Schlitten — Automobil-Schlittenboot nennt es der Erfinder. Zwei ziemlich dicke Aluminiumkufen mit gut gleitender unterer Fläche sind durch Querleisten miteinander verbunden. Dieses Schlittenboot kann sowohl auf dem Wasser schwimmen, wie auf jeder halbwegs glatten Fläche (z. B. auf einer Wiese) sich mit ziemlich grosser Geschwindigkeit fortbewegen. Auf dieser Unterlage ist nun ein ziemlich grosses, aber leichtes Gerüst montiert, auf welchem sich der Raum für die Luftfahrer befindet; eben da wird auch der 20 PS. Benzinmotor aufgestellt werden, der die Luftschraube bewegt. Diese sieht etwa wie eine Schiffsschraube aus, nur besteht sie aus leichterem Material — starke Leinwand auf einen Rahmen gespannt. Sie ist es, welche das Luftschiff eigentlich bewegt, und ihre Auftriebskraft ist es auch, die das *Kress*'sche Luftfahrzeug in die Luft heben soll. Drei grosse Flügel — *Kress* nennt sie Drachenflächen — sind quer über dem Boot festgemacht; sie wirken wie Fallschirme und werden den Apparat tragen, wenn er sich einmal in der Luft befindet. Das hintere Ende des Bootes bildet ein bewegliches Horizontalsteuer.

Die Luftschraube erhält vom Motor mittels einer Transmissionskette eine grosse Umdrehungsgeschwindigkeit, bis 120 Touren in der Minute. Ueber dem Sitz des Luftschiffers befindet sich ein Apparat, der durch einige Handgriffe alle Teile des Flugapparates in Bewegung setzt. *Kress* will zunächst mit seinem Luftschiff auf dem Wasser so lange manövrieren, bis er alle Teile des Apparates völlig ausprobiert hat; dann wird er seinen Aufstieg unternehmen. Um den Aufstieg zu vollführen, ist eine Anfangsgeschwindigkeit von 10 m nötig; im Augenblicke, als diese erreicht ist, soll sich das Luftschiff aus dem Wasser erheben. Die Luftschraube treibt es in die Höhe, und je mehr es sich aus dem Wasser hebt, desto geringer wird die Adhäsion zwischen Wasser und Boot, desto weniger Tragkraft braucht der Motor zu entwickeln und desto rascher wird der Flug in die Lüfte. Der Apparat beruht also auf demselben Prinzip des Papierdrachens, den ein Knabe zum Steigen bringen will, er läuft, und wenn er rasch genug läuft, hebt sich der Drache in die Lüfte, nur vertritt bei dem *Kress*'schen Drachenflieger die Luftschraube die Stelle des laufenden Knaben. Der Apparat wiegt ungefähr 200 kg; mit der Bemannung und dem Motor steigert sich sein Gewicht auf 600 kg. —*h*.

Bücherschau.

Die praktische Wartung der Dampfkessel und Dampfmaschinen. Ein Lehrbuch für Dampfkessel- und Dampfmaschinenwärter, sowie für Fabriksbeamte ohne technische Vorbildung von Ingenieur Prof. *J. Wilhelm Mayer* und Ingenieur Prof. *Edmund Czass*. Zweite, sehr vermehrte und erweiterte Auflage. Wien 1900. Verlag von Karl Graeser und Co. 156 Seiten. Preis M. 3.20.

Der Inhalt des Buches bietet mehr als wie der Titel desselben in Aussicht stellt; der Interessent kann demselben nicht allein das Erforderliche über die Wartung der Dampfkessel und Dampfmaschinen entlehnen, sondern dies leichtverständlich und ansprechend verfasste Werkchen macht auch den Nichttechniker mit dem Wesen aller in Betracht kommenden Maschinen, bezw. Kesselteile bekannt und werden demselben von den Verfassern in guter Auswahl die neueren für die Gegenwart wichtigen Systeme von Kesseln und Maschinen vorgeführt. Das Buch wird nicht verfehlen, seinem Zwecke, ein gemeinverständliches und nützliches Schriftchen zu sein, voll zu entsprechen.



Zuschriften an die Redaktion.

(Unter Verantwortlichkeit der Einsender.)

Zu Heinz' Grundlagen zur Fluglehre.

Die von mir in *D. p. J.* S. 372 dieses Bandes versprochene Stellungnahme zu der von *Heinz* in *D. p. J.* 1899 **315** 224, 225 veröffentlichten Zuschrift war bereits fertig geschrieben, als ich die Replik zu ersterer Zuschrift las; dieser möchte ich einige Worte widmen, bevor ich die vermeintlich *offene* Rückzugslinie des Herrn *Heinz* auf das Planetenflugproblem beleuchte.

Wenn ich überhaupt die Absicht hätte, die Autorität eines *Marey* für mich in Anspruch zu nehmen, so könnte ich das mit grösserer Berechtigung als Herr *Heinz*, denn *Marey* und ich sind über die auslösende Ursache des *Bazin*'schen Phänomens vollkommen einig, nämlich „die Bewegung der Unterlage" [1]).

Auch über die Form, unter welcher sich die Erscheinung manifestiert, bin ich mit *Marey* einig, dass es nämlich die Beharrung der Kugel ist; dass diese Wirkungsform aber die Ursache der Erscheinung ist, behauptet *Marey* nicht und niemand, der nicht direkt behaupten will, Wirkung und Ursache sei eines und dasselbe.

Marey hat bloss ergänzend beizufügen das durch den Stoss „vergrösserte Beharrungsvermögen", wobei also der Stoss Ursache des letzteren ist.

In *D. p. J.* **315** 224 sagt *Heinz* wörtlich:

„Die Reaktivkraft sei, ähnlich wie die Fliehkraft eine Reaktion gegen Aenderung des Beharrungszustandes der Planeten ist, eine Reaktion des Flugkörpers — die *infolge Stoss des Stirnwindes!!* — auf die Aenderung des Beharrungszustandes der Bewegung (also des Flugkörpers) von geringerer Geschwindigkeit in Bewegung grösserer Geschwindigkeit wirkt.

Das heisst mit anderen Worten: eine Reaktion des Flugkörpers auf seine eigene Bewegung, also auf sich selbst, und nun der verschämte Schaltsatz: „die infolge Stoss des Stirnwindes wirkt".

Ohne Stoss des Stirnwindes ist „diese Reaktion des Flugkörpers" nicht vorhanden; ergo ist nach *Heinz* die Ursache dieselbe, welche Professor *Wellner*, *Lilienthal* und viele andere, darunter auch ich, behaupten [2]).

Ueber das Wesen des Windes mögen die Meinungen auseinandergehen wie sie wollen, das Faktum steht, dass auch *Heinz* meint, was seine Gegner klar und deutlich behaupten können.

Damit ist mein Zweck erreicht und ich brauche mich weiter in keine langatmigen Erörterungen mehr einzulassen.

Herr *Heinz* ist anscheinend über die schlechte Note unwissenschaftlich, welche ich nicht seiner Person, sondern seiner Methode gegeben haben wollte, verletzt; indem ich diese des persönlichen Charakters bestimmt entkleide, obliegt es mir nur noch die Berechtigung der Anwendung zu beweisen.

Heinz sagt z. B.:

„Wir nähern uns dem kritischen Punkt" u. s. w., siehe *D. p. J.* S. 372 dieses Bandes, sodann: „Ist a_1 kleiner als die entsprechende Schwerkraftkomponente, dann wird die Kugel trotz der Entgegenwirkung von a_1 auf der schiefen Ebene hinabrollen, wenn sie während des Stosses sich nicht am tiefsten Punkte der schiefen Ebene befand; ist dagegen a_1 grösser als die entgegengerichtete Schwerkraftkomponente, dann muss doch die Kugel hinaufrollen!!!"

„Ich füge dem bei: „und wenn a_1 und die entgegengerichtete Schwerkraftkomponente gleich gross sind, dann bleibt die Kugel wohl auch einmal im Gleichgewichte stehen??" Denkt sich Herr *Heinz* etwa die Kräftedisposition der Schwerkraft und der Wurfkraft im sogen. toten Punkt der Wurfbewegung auch so, dann begreife ich, warum *Heinz* sich darüber wundert, dass ich in meiner übrigens ersten Lösungsart, die für sich ihre Richtigkeit behält, $R\,a_1$ bezw. deren Komponenten [3]) im toten Punkt der Bewegung verschwinden lasse.

Ich behaupte, entweder wirkt die Schwerkraft auf die Kugel, dann ist die Beharrung der erteilten Beschleunigung $= \Theta$ oder umgekehrt; ein dritter Fall ist der, wo *Schwerkraftbeschleunigung und Beharrung der Wurfbeschleunigung* $\pm \Theta$ sind, das ist im sogen. toten Punkt der Bewegung, als welchen man den Wendepunkt der beiden Bewegungen bezeichnet; naturgemäss dauert dieses Stadium nur ein unendlich kleines Zeitteilchen hindurch.

Beide Kräfte einer Kugel können nicht zu gleicher Zeit wirken, die würden ja die Kugel am Ende zerreissen?? Oder bliebe sie irgendwo im Raume stecken?? Oder springt a_1 im toten Punkte auf Θ zurück und ebenso die Schwerkraft?

Heinz sagt ferner selbst ganz wie beim Stoss des Windes im früheren Teile dieser Zuschrift: „*Ohne Stosskraft keine Beharrung!*" Warum noch eine Reaktivkraft, wenn wir die Ursache schon haben, d. i. die Beharrung der Stossbeschleunigung!

Zu solchen Widersprüchen kann nur die unwissenschaftliche Umtaufe eines wissenschaftlichen Begriffes führen, des Begriffes Trägheit in eine Reaktiv*kraft*.

Mit dieser Bezeichnung unwissenschaftlich oder unmethodisch will ich aber der Person des mir persönlich gewiss hochachtbaren Gegners nicht im geringsten nahetreten. Irren ist menschlich!

Ich erlaube mir nun anschliessend an diese Zuschrift einen Versuch zur zwanglosen Erklärung des Wesens der Fliehkraft der Planeten zu bringen, um das unaufgeklärte Gebiet der Perpetuum mobile-Erfinder zu beleuchten.

Vielleicht dient diese Anregung im Vereine mit der Forschung auf dem Gebiet der elektrotechnischen Wissenschaften dazu, die Lösung eines Jahrhunderte alten, von *Kepler*, *Galilei*, *Newton*, *Laplace* resultatlos behandelten Problems anzubahnen.

Hochachtend

Karl Steffen.

---

1. Das Perpetuum mobile des Herrn *Heinz* besteht darin, dass abwechselnd Luft komprimiert wird und dann wieder expandiert. Da der Voraussetzung nach Wärme von aussen weder zu- noch abgeführt wird, so kommen hier die *Poisson*'schen Gleichungen zur Anwendung, wie ich es auch gethan habe.

2. Herr *Heinz* berechnet die Kompression der Luft nach dem *Mariotte*'schen Gesetz, die Expansion hingegen nach einer ganz willkürlichen Formel, deren Unzulässigkeit bereits Herr Dr. *R. Wirth* indirekt bewiesen hat. Die Anwendung der *Mariotte*'schen Formel zur Berechnung der Kompression ist nicht genau richtig, aber dies selbst zugegeben, muss man dann folgerichtig auf die Expansion nach dem *Mariotte*'schen Gesetz berechnen. Man erhält die diesbezügliche Formel, wenn man in der von mir angeführten *Poisson*'schen Formel $\varkappa = 1$ setzt, es ist daher, um nach dem *Mariotte*'schen Gesetz zu rechnen, nur nötig, in meinen Berechnungen 1 statt 1,41 zu setzen. Es ergibt sich dann $h = 50$ cm — genau so wie es auch Herr *Heinz* errechnet hat — und $h_1 = 41{,}5$ cm, so dass sich eine Steighöhe von 8,5 cm ergibt.

3. Die von Herrn *Heinz* berechnete Steighöhe des Kolbens von 140 cm kann nicht richtig sein, weil sie mittels einer Formel berechnet wurde, die eine mathematische Unmöglichkeit ist. Sie lautet:

$$v = \sqrt{\frac{t \times 2g}{P}}$$

worin v die Geschwindigkeit, t einen Druck, P ein Gewicht und g die Beschleunigung der Schwere bedeuten. Wird diese Formel quadriert und t gesucht, so ist

$$t = \frac{P v^2}{2 g}$$

Wie ersichtlich, stellt $\frac{P v^2}{2 g}$ die lebendige Kraft eines Körpers vor, dessen Gewicht P und dessen Geschwindigkeit v ist. Da t als Druck eine Kraft ist, die in Kilogramm anzusetzen kommt, hingegen $\frac{P v^2}{2 g}$ als lebendige Kraft in Meterkilogramm ausgedrückt werden muss, so kann das Gleichheitszeichen nicht aufrecht erhalten werden. Diese Gleichung kann nicht existieren, denn sie widerspricht einem der ersten Grundsätze der Mathematik, dass Gleiches nur mit Gleichem verglichen werden darf.

Weiss, Artill.-Ingenieur.

Replik von *F. Heinz*, Sarajevo: Die von Herrn Ingenieur *Weiss* ermittelten Höhen von 50 cm und 41,5 cm für h und h_1 unseres Beispieles sind auch jetzt noch viel zu gross, und zwar deshalb, weil von Herrn Ingenieur *Weiss* nicht berücksichtigt wurde, dass vom grossen Cylinder an den kleinen Cylinder eine grössere Luftmenge abgegeben wird.

Dass die Formel $t = \frac{P v^2}{2 g}$ unrichtig ist, gebe ich zu.

---

[1]) Thatsächlich teile ich bei *Heinz* dasselbe Schicksal, wie sein im Eingange hochgepriesener Gewährsmann *Marey*, wodurch ich mich in allem Ernste hochgeehrt fühle.

[2]) Dazu bemerkt Herr *Heinz*: Da aber der Stoss des Stirnwindes genau so lange vorhanden ist, als sich der Flugkörper gegen die Luft bewegt (*auch wenn diese selbst in Ruhe ist*), so ist auch die dadurch geweckte „*Reaktion des Flugkörpers*" während der *ganzen Flugdauer* vorhanden; *sie ist die lange gesuchte Ursache, die den Segelflug ermöglicht.* Ob die Wirkungen dieser „*Reaktion*" so gering sind, wie *Marey* glaubte, oder so gross, wie ich zu begründen suchte, fällt nicht sehr ins Gewicht; dennoch wäre eine kompetente Entscheidung auch in dieser Beziehung sehr erwünscht. Verletzt bin ich nicht, nur belustigt!

[3]) Welchen Namen sie eigentlich nicht mit Recht führen, denn sie sind nur Richtungen der Beharrung einer Kraft, welche in der Kugelmasse fortwirkt, nicht die Kraftrichtungen selbst.

Arnold Bergsträsser Verlagsbuchhandlung (A. Kröner) Stuttgart.
Druck der Union Deutsche Verlagsgesellschaft ebendaselbst.



DINGLERS
POLYTECHNISCHES JOURNAL.

81. Jahrg., Bd. 315, Heft 29. **Stuttgart, 21. Juli 1900.**

Jährlich 52 Hefte in Quart. **Abonnementspreis** vierteljährlich 6 M., direkt franko unter Kreuzband für Deutschland und Oesterreich 6 M. 65 Pf., für das Ausland 7 M. 30 Pf. Redaktionelle Sendungen und Mitteilungen bittet man zu richten: An die Redaktion von „Dinglers Polytechn. Journal" in Stuttgart, die Expedition betreffende Schreiben an Arnold Bergsträsser Verlagsbuchhandlung (A. Kröner) Stuttgart.



Der gespannte Hohlcylinder.

Von Professor **Pregél**, Chemnitz.

In drei Anwendungsgebieten spielt der gespannte Ring eine Rolle. Als Rohr und Mantel ist derselbe bei den Ringgeschützen gewiss eine Hauptsache, als Radnabe und Radreifen im Eisenbahnwesen ein sehr wichtiges Stück, und im Maschinenbau als Presscylinder und Zwängverbindung spielt derselbe in alter und neuester Zeit eine bedeutende Rolle. Je nach der Spannungsart durch Pressflüssigkeit, durch Aufpressen, Warm- oder Kaltaufziehen, in einfacher oder in der Wechselwirkung zwischen Flüssigkeitsspannung und Molekularwirkung wird derselbe von verschiedenen Gesichtspunkten und je nach den dabei mitwirkenden Nebenumständen zu betrachten sein, obwohl das Endergebnis in allen Fällen das gleiche sein müsste. Wird eine Ringnabe auf einen Wellenstumpf oder ein Zapfen in ein Kurbelauge durch mechanisch wirkenden Druck auf- oder eingepresst, so ist nicht nur die durch die Bearbeitungsweise bedingte Beschaffenheit der sich berührenden Körperoberflächen, ihre Gestalt und das Verhältnis zwischen Ringbohrung und äusserem Zapfendurchmesser für die Verbindungsstärke massgebend, sondern es wird in diesem Fall auch die der Aufpressung entgegenwirkende Reibung das Mass für die Zwängverbindung beeinträchtigen.

Trotzdem bietet, sobald diese Nebenumstände gebührende Berücksichtigung finden, die zum Aufpressen erforderliche Triebkraft einen sehr willkommenen Massstab für die Beurteilung der Materialspannungen. Von diesen Nebenumständen befreit ist die Beurteilung des durch Pressflüssigkeit gespannten dickwandigen Gefässcylinders, sobald der Kolben als starr angenommen ist, wogegen beim warm aufgezogenen Ring die durch die Radialkräfte bedingte Verkleinerung des Körperkernes trotz genauer Messung eine Unbestimmtheit mit sich bringt. Bei der allgemeinen Wichtigkeit dieses Gegenstandes dürfte daher eine Vergleichung längst bekannter Beziehungen willkommen sein, damit eine Prüfung derselben mit neueren Versuchsergebnissen möglich werde, wobei alte Erfahrungsregeln angeschlossen oder mitberücksichtigt werden können. Wenn hierbei aber von den grundlegenden Ableitungen abgesehen und auf die Quellenwerke verwiesen werden muss, so ist dies durch die Raumbeschränkung als wohl begründet zu erachten.

Ist $\varepsilon = \frac{\lambda}{l}$ spezifische Längenänderung, wobei λ Verlängerung und l ursprüngliche Stablänge ist, und ist ferner $(d - d_1) = \Delta$ die auf die Stablänge gleichmässig verteilt gedachte Abminderung an Durchmesser, sowie $\frac{\Delta}{d} = \varepsilon_q$ die spezifische Querzusammenziehung, so ist $\frac{\varepsilon}{\varepsilon_q} = m$ die Verhältniszahl zwischen Dehnung und Schiebung.

Es ist ferner $\lambda = \alpha . l . \sigma$ die Längenänderung für $\sigma = \frac{P}{f} \ldots$ kg/qcm Inanspruchnahme, sowie $\varepsilon = \alpha . \sigma$ spez. Dehnung bezw. $\frac{\varepsilon}{\sigma} = \alpha$ Dehnungskoeffizient, also

$$\left.\begin{array}{l} \frac{\varepsilon}{\alpha} = \sigma \\ \text{bezw.} \\ \varepsilon . E = \sigma \end{array}\right\} \text{Inanspruchnahme,}$$

wobei $\frac{1}{\alpha} = E$ der sogen. Elastizitätsmodul bezw. der reciproke Dehnungskoeffizient ist.

Der Dehnungskoeffizient für Stahlguss schwankt von

$$\alpha = \frac{1}{2250000} \text{ bis } \frac{1}{2000000},$$

für Gusseisen

$$\alpha_1 = \frac{1}{1000000} \text{ bis } \frac{1}{750000}$$

auf Kilogramm-Quadratcentimeter bezogen.

Gusseisen besitzt überhaupt keine Federgrenze.

Für gleichartiges Material ist der Schubkoeffizient nach *v. Bach*, Festigkeit, S. 256

$$\beta = 2 \cdot \frac{m+1}{m} \cdot \alpha,$$

wobei für $m = \frac{10}{3}$, $\beta = 2{,}6 . \alpha$, annähernd $\beta = \frac{5}{2} . \alpha$ wird.

Ebenso würde die Längenänderung bezw. die Flächenausdehnung durch Wärmeunterschiede

$$\frac{l_1}{l} = \frac{1 + w . t_1}{1 + w . t}$$

bezw.

$$\frac{f_1}{f} = \frac{1 + 2 w . t_1}{1 + 2 w . t}$$

sein, worin w der lineare Ausdehnungskoeffizient durch Wärme für 1° C. ist.

Für $t = 100°$ C. ist abgerundet:

$$100 . w = \frac{1}{930} \text{ für Gusseisen und ungehärteten Stahl,}$$

$$= \frac{1}{850} \text{ für Schmiedeeisen,}$$

$$= \frac{1}{800} \text{ für Stabeisen und gehärteten Stahl.}$$

Die durch diese Längenänderung einer prismatischen Stange bedingte Kraft ist:

$$P = \frac{w}{\alpha} \cdot f . t.$$

Für Schmiedeeisen ist, da

$$\frac{w}{\alpha} = \frac{2000000}{85000} = \frac{2000}{85} = 23{,}53$$

in Bezug auf Quadratcentimeter und 1° C. ist, für

$$t = 100^\circ \text{ C.}$$

und $f = 5$ qcm Stabquerschnitt

$$P = 23{,}53 \,.\, 5 \,.\, 100 = 11\,765 \text{ kg.}$$

Die Flächenausdehnung eines Ringquerschnittes ist nach obigem

$$\frac{\pi \,.\, (R_1^2 - r_1^2)}{\pi \,.\, (R^2 - r^2)} = \frac{1 + 2wt_1}{1 + 2wt}$$

$$\frac{r_1^2\left[\left(\frac{R_1}{r_1}\right)^2 - 1\right]}{r^2\left[\left(\frac{R}{r}\right)^2 - 1\right]} = \frac{r_1^2(k_1^2 - 1)}{r^2(k^2 - 1)} = \frac{1 + 2wt_1}{1 + 2wt}$$

und sofern das Verhältnis $\left(\frac{R_1}{r_1}\right) = \left(\frac{R}{r}\right) = k_1 = k$ konstant angenommen wird, ist

$$\left(\frac{r_1}{r}\right)^2 = \frac{1 + 2wt_1}{1 + 2wt},$$

d. i. das Verhältnis der radialen Ringweiten für die Temperaturen t_1 und t° C.

Für die lineare Umfangsdehnung des Ringes würde die Beziehung

$$\frac{r_1}{r} = \frac{1 + wt_1}{1 + wt}$$

Geltung haben.

Hiernach

$$\left(\frac{r_1}{r}\right)^2 = \left(\frac{1 + wt_1}{1 + wt}\right)^2$$

zu schreiben sein.

Wird diese Gleichung entwickelt und die Glieder zweiter Ordnung vernachlässigt, so folgt daraus

$$\left(\frac{r_1}{r}\right)^2 = \frac{1 + 2wt_1}{1 + 2wt} \text{ wie oben.}$$

Sonach kann für die radiale Erweiterung auch die einfachere Beziehung

$$\left(\frac{r_1}{r}\right) = \frac{1 + wt_1}{1 + wt}$$

angenommen werden.

Da nun

$$\varepsilon = \frac{R - \varrho}{R}$$

die radial gemessene lineare spez. Dehnung eines Ringes von der Bohrung ϱ ist, der nach dem Warmaufziehen auf R erweitert wird, so ist, da $\varepsilon = \sigma \,.\, \alpha$ ist,

$$\sigma = \frac{R - \varrho}{R} \cdot \frac{1}{\alpha}$$

$$\sigma = \left(1 - \frac{\varrho}{R}\right) \cdot \frac{1}{\alpha}$$

$$\alpha\sigma = 1 - \frac{\varrho}{R}$$

$$\frac{\varrho}{R} = 1 - \alpha \,.\, \sigma$$

bezw.

$$\varrho = R(1 - \alpha\sigma) = R(1 - \varepsilon)$$

die Bohrung des freien kalten Ringes.

Wird diese Ringbezeichnung in die Gleichung für die radiale Erweiterung eingesetzt, so dass

$$\frac{R}{\varrho} = \frac{1 + w \,.\, t_1}{1 + wt}$$

wird, so folgt

$$R(1 + wt) = \varrho(1 + wt_1)$$

und

$$\frac{R - \varrho}{R} = \frac{\varrho}{R} wt_1 - wt$$

$$\varepsilon = w\left(\frac{\varrho}{R} \cdot t_1 - t\right)$$

die spez. Dehnung, oder

$$\frac{\varepsilon}{w} = \frac{\varrho}{R} t_1 - t.$$

Da aber $\frac{\varrho}{R} \backsim 1$ gesetzt werden kann, so wird

$$\frac{\varepsilon}{w} = t_1 - t = t_0$$

der Temperaturunterschied sein.

Ebenso ist

$$\frac{\alpha}{w} \cdot \sigma = t_0$$

bezw.

$$\sigma = \frac{w}{\alpha} \cdot t_0$$

die durch t_0 hervorgerufene Materialspannung.

Für einen Ring aus Schmiedeeisen ist bei $\sigma = 10$ kg/qmm Inanspruchnahme

$$\varepsilon = \alpha \,.\, \sigma = \frac{10}{20\,000} = \frac{1}{2000} = 0{,}0005,$$

daher

$\varrho = 0{,}9995\,R$ und

bezw. $\frac{\varrho}{R} = 0{,}9995$; $w = \frac{1}{80\,000} = 0{,}0000125$ für Stabeisen,

wobei ferner

$$t_0 = \frac{\varepsilon}{w} = 0{,}0005 \,.\, 80\,000 = 40^\circ$$

$$t_0 = 40^\circ \text{ C.}$$

Temperaturzunahme erforderlich ist, um den Ring von ϱ auf R auszudehnen.

Ebenso wird eine Temperaturerhöhung um $t = 100^\circ$ C. eine spezifische Dehnung

$$\varepsilon = wt = w\,100^\circ = 0{,}00125$$

veranlassen.

Es wird daher in diesem Fall

$$\frac{\varrho}{R_1} = 0{,}99875 = (1 - \varepsilon),$$

also

$$\frac{\varrho}{1 - \varepsilon} = R_1$$

als Ringerweiterung für $t = 100^\circ$ C. Temperaturerhöhung folgen.

Für $R = 1000$ mm

wird daher

$$\varrho = 999{,}5 \text{ mm}$$

als Ringbohrung, und

$$R_1 = \frac{999{,}5}{998{,}8} = 1000{,}7 \text{ mm}$$

als Ringerweiterung bezw. $(R_1 - R) = 0{,}7$ mm als Spielraum entstehen.

Es war ferner $\lambda = \alpha \,.\, l \,.\, \sigma$ Dehnung und $2\pi(R - \varrho) = \alpha \,.\, 2\pi R \,.\, \sigma$ der Ring als gestreckten Stab betrachtet.

Hiernach $(R - \varrho) = \alpha \,.\, R \,.\, \sigma$

oder

$$R\left(1 - \frac{\varrho}{R}\right) = \alpha R \,.\, \sigma$$

$$1 - \frac{\varrho}{R} = \alpha \,.\, \sigma \quad \text{bezw.} \quad \sigma = \frac{P}{f}$$

$$\frac{1}{\alpha}\left(1 - \frac{\varrho}{R}\right) = \frac{P}{f}$$

oder

$$\frac{f}{\alpha}\left(1 - \frac{\varrho}{R}\right) = P \text{ kg}$$

Zugkraft im Stabquerschnitt.

Ist ferner im geschlossenen Ring von h Höhe

$$2P = p \,.\, 2R \,.\, h,$$

so ist

$$\frac{P}{R \,.\, h} = p$$

die radiale Pressung auf 1 qcm Ringfläche.

Für $f = 1 . 5 = 5$ qcm folgt

$$\frac{f}{\alpha} = 10000000$$

$$\varepsilon = \left(1 - \frac{\rho}{R}\right) = 1 - 0{,}9995 = 0{,}0005,$$

daher

$$P = \frac{f}{\alpha} \cdot \left(1 - \frac{\rho}{R}\right) = \frac{10000000}{2000} = 5000 \text{ kg}$$

und

$$p = \frac{P}{R} = \frac{5000}{100} = 50 \text{ kg/qcm}$$

oder Atmosphären Radialpressung.

Unter dieser äusseren radialen Pressung steht der als Hohlcylinder von $(R - r) = \delta$ Wandstärke starr gedachte Kernkörper.

Würde dieser Hohlcylinder mittels Pressflüssigkeit von $p = 50$ at gespannt, so müsste diese zu einem Ausgleich der Materialspannungen im Cylinder führen und dadurch die Cylinderwand spannungsfrei werden.

Da aber der elastische cylindrische Kernkörper unter Einwirkung des warm aufgezogenen Schrumpfringes unbedingt verdichtet, d. h. druckgespannt wird, so muss demzufolge eine Verkleinerung des ursprünglichen Halbmessers R auf $R(1 - \varepsilon_1)$ platzgreifen, worin $\varepsilon_1 = \alpha_1 \sigma_1$ die spezifische Dehnung für das Cylindermaterial ist.

Es ist daher in die ursprüngliche Beziehung für ρ statt R der obige Wert einzuführen. Es wird daher

$$\rho = R(1 - \varepsilon_1) . (1 - \varepsilon),$$

also

$$\frac{\rho}{R} = (1 - \varepsilon_1)(1 - \varepsilon) = 1 - (\varepsilon + \varepsilon_1),$$

sofern $\varepsilon . \varepsilon_1$ als zu klein vernachlässigt wird; demnach würde

$$\left(1 - \frac{\rho}{R}\right) = \varepsilon + \varepsilon_1$$

und ebenso

$$\left(\frac{R - \rho}{R}\right) = \sigma . \alpha + \sigma_1 \alpha_1$$

als Schrumpfkoeffizient folgen.

Da die Dehnungskoeffizienten α und α_1, wenn auch nur bei Gusseisen, in ihrem Mittelwerte als gegeben anzusehen sind, so bleiben bloss die Spannungen σ und σ_1 zu bestimmen.

$$\frac{R - \rho}{R} = \alpha \left(\sigma + \frac{\alpha_1}{\alpha} \cdot \sigma_1\right).$$

Offenbar hängen diese Spannungen von dem entsprechenden Ring- und Cylinderquerschnitte ab, in welchen für die Berührung auch Kräfteausgleich statthaben muss.

Ist

$$\sigma = \frac{P}{f} \text{ und } \sigma_1 = \frac{P}{f_1},$$

so muss

$$\frac{R - \rho}{R} = \alpha \cdot \left(\frac{1}{f} + \frac{\alpha_1}{\alpha} \cdot \frac{1}{f_1}\right) P$$

oder

$$\frac{R - \rho}{R} = \alpha \left(1 + \frac{\alpha_1}{\alpha} \cdot \frac{f}{f_1}\right) \frac{P}{f}$$

sein, so dass

$$\frac{R - \rho}{R} = \alpha \cdot \left(1 + \frac{\alpha_1}{\alpha} \cdot \frac{f}{f_1}\right) \sigma$$

und weil $\alpha \sigma = \varepsilon$ ist,

$$\frac{R - \rho}{R} = \left(1 + \frac{\alpha_1}{\alpha} \cdot \frac{f}{f_1}\right) \cdot \varepsilon$$

sein.

Wird z. B.

$$\frac{\alpha_1}{\alpha} \cdot \frac{f}{f_1} = 2 \cdot \frac{1}{2} = 1$$

gemacht, so wird

$$\frac{R - \rho}{R} = 2 . \varepsilon$$

also doppelt so gross als bei starr gedachtem Cylindermaterial zu machen sein.

Es war nach obigem

$$\frac{P}{f} \cdot \left(1 + \frac{\alpha_1}{\alpha} \cdot \frac{f}{f_1}\right) \alpha = \frac{R - \rho}{R},$$

woraus

$$P = \left(\frac{R - \rho}{R}\right) \cdot \frac{f}{\alpha} \cdot \frac{1}{\left(1 + \frac{\alpha_1}{\alpha} \frac{f}{f_1}\right)}$$

also für das Beispiel

$$P = 2 \varepsilon \cdot \frac{f}{\alpha} \cdot \frac{1}{2},$$

woraus

$$P = \frac{\varepsilon}{\alpha} \cdot f = 5000 \text{ kg}$$

als Zugkraft im Ringquerschnitt folgt.

Wenn nun durch die Pressflüssigkeit p das auf Druck gespannte Cylindermaterial entlastet wird, so muss der Halbmesser $(R - \varepsilon_1)$ auf R zurückgehen, wobei die Ringspannung entsprechend dem grösseren Schrumpfmasse

$$\frac{R - \rho}{R} = 2 \varepsilon$$

auch ansteigen bezw. sich verdoppeln muss, sofern

$$\frac{\alpha_1}{\alpha} \cdot \frac{f}{f_1} = 2 \cdot \frac{1}{2} = 1$$

gemacht ist.

Wird

$$\varepsilon = \alpha . \sigma = \frac{10}{20000} = 0{,}0005$$

angenommen, so ist

$$2 \varepsilon = 0{,}001$$

und

$$\left(1 - \frac{\rho}{R}\right) = 0{,}001$$

$$\frac{\rho}{R} = 1 - 0{,}001 = 0{,}999.$$

Für $R = 1000$ ist sonach $\rho = 999$ mm und die Erwärmungstemperatur

$$t = \frac{2 \varepsilon}{w} = \frac{0{,}001}{0{,}0000125} = 80^\circ \text{ C}.$$

Steht der Cylinder unter einer kleineren Flüssigkeitsspannung, z. B. $p_1 = 40$ at, so wird das Cylindermaterial mit einer resultierenden äusseren Radialpressung

$$p_0 = p - p_1 = 50 - 40 = 10 \text{ at}$$

druckgespannt bleiben.

Hieraus berechnet sich ohne weiteres aus

$$p_0 R = P_0 = \frac{f_1}{\alpha_1}\left(1 - \frac{R_0}{R}\right)$$

$$\frac{\alpha_1}{f_1} \cdot p_0 R = \left(1 - \frac{R_0}{R}\right)$$

$$1 - \frac{\alpha_1}{f_1} \cdot p_0 R = \frac{R_0}{R}$$

$$R_0 = (1 - \frac{\alpha_1}{f_1} p_0 R) R$$

der entsprechende Cylinderhalbmesser bezw.

$$\sigma_0 = \frac{P_0}{f_1}$$

die im Cylindermaterial herrschende Druckspannung, und da

$$P_0 = p_0 R,$$

also

$$P_0 = 10 . 100 = 1000 \text{ kg}$$

ist, so wird



$$\sigma_0 = \frac{P_0}{f_1} = \frac{1000}{10} = 100 \text{ kg/qcm}$$

die Druckspannung im Cylindermaterial sein.

Dabei muss nach obigem

$$R_0 = 0{,}9998\,R$$
$$R_0 = 999{,}8 \text{ mm}$$

werden.

Dadurch muss aber die Spannung im Ringmaterial auf

$$P_2 = \frac{f}{\alpha}\left(1 - \frac{\varrho}{R_0}\right) = \frac{f}{\alpha}\cdot\left(1 - \frac{999}{999{,}8}\right)$$
$$\sigma_2 = \frac{P_2}{f} = \frac{1}{\alpha}\cdot\left(\frac{999{,}8 - 999}{999{,}8}\right)$$
$$\sigma_2 = \frac{1}{\alpha}\cdot\frac{0{,}8}{1000} = \frac{2000}{1}\cdot 0{,}8$$
$$\sigma_2 = 1600 \text{ kg/qcm}$$

ansteigen.

Unter der Einwirkung der Pressflüssigkeit $p = 40$ at ist die Materialzugspannung des Schrumpfringes auf $\sigma_2 = 1600$ kg/qcm gestiegen, während die Materialdruckspannung des Cylinders von $\frac{P}{f_1} = \frac{5000}{10} = 500$ auf $\sigma_0 = 100$ kg/qcm herabgesunken ist.

Würde dieser Cylinder von $\frac{R}{r} = \frac{100}{90} = 1{,}11$ Halbmesserverhältnis ohne Schrumpfring mit einer Pressflüssigkeit $p = 50$ at gespannt, so würde nach dieser einfachen Rechnungsweise

$$2 f_1 \sigma_1 = 2 r . h . p,$$

worin

$$f_1 = (R - r) . h$$

ist, also

$$(R - r)\sigma_1 = r . p \cdot \frac{R - r}{r} = \frac{p}{\sigma_1}\left(\frac{R}{r}\right) = \frac{p}{\sigma_1} + 1,$$

oder

$$\sigma_1 = \frac{r}{R - r}\cdot p$$

die Materialzugspannung im Cylinderquerschnitt, d. i. nach dem Beispiel

$$\sigma_1 = 9 . 50 = 450 \text{ kg/qcm},$$

also mittlere Zugspannung sein.

Hiernach würde

$$\frac{p}{\sigma_1} = \frac{50}{450} = \frac{1}{9} = 0{,}11$$

und

$$\left(\frac{R}{r}\right) = \left(\frac{p}{\sigma_1} + 1\right) = 1{,}11,$$

wie oben angegeben, sein.

Bei Anwendung eines Schrumpfringes würde dagegen diese mittlere Materialzugspannung des Hohlcylinders, je nach dem Schrumpfmasse des warm aufgelegten Ringes, erst bei weit höheren Flüssigkeitsspannungen eintreten. Bei verhältnismässig grossen Wandstärken sind die Unterschiede der Maximalspannungen zu den mittleren Spannungen zu bedeutend, und daher diese Rechnungsweise nicht mehr angängig.

(Fortsetzung folgt.)

Die Faraday-Maxwell'sche Theorie im Lichte der Sellmeier-Helmholtz'schen Absorptionstheorie.

Von **Rudolf Mewes**, Ingenieur und Patentanwalt.

I. Allgemeine Bemerkungen.

Eine unendliche Menge von Kraft durchströmt in Wellenform mit Blitzesschnelle das Weltall, von einem Stern zum anderen in ewigem Wechsel kreisend. Der ewige Träger und Vermittler dieser stetig wechselnden, aber unzerstörbaren Kraft ist nach *Huyghens* und *Faraday* der Aether, ein äusserst dünnes und elastisches Mittel. Die Kenntnis des Aethers und seiner Gesetze, das glänzendste Resultat der modernen Wissenschaft — ich erinnere hier nur an die epochemachenden Arbeiten von *H. Hertz* über die elektrodynamischen Strahlen, an die *Hittorff*'s und *Crookes*' Leistungen noch überstrahlenden Untersuchungen von *Nicola Tesla* über die Wirkungen hochgespannter Wechselströme von sehr grosser Wechselzahl und an die von *Röntgen* entdeckten X-Strahlen —, haben die Kenntnisse des Menschen über die Kräfte der Natur und deren Zusammenhang ausserordentlich erweitert und für Vorgänge, welche bisher unverständlich waren und nur in einem zufälligen Zusammenhang miteinander zu stehen schienen, einfache und lichtvolle Erklärungen gebracht.

Zu einem so glänzenden Resultat hat jedoch die moderne Naturforschung nur dadurch gelangen können, dass die alte *Huyghens*'sche Vibrationstheorie des Lichtes nach und nach auch auf das Gebiet der Wärme und im letzten Jahrzehnt im Anschluss an die Experimente von *Hertz* ebenfalls auf die Elektrizität übertragen wurde. Sieht man von diesen experimentellen Arbeiten ab, so tragen die diesbezüglichen Spekulationen den Charakter hoher mathematisch-analytischer Deduktionen, welche an die mathematische Schulung des Lesers nicht geringe Anforderungen stellen. Es kann ja nicht bestritten werden, dass dadurch der Zusammenhang der Elektrizität mit den Sondergebieten der Wärme und des Lichtes für einen beschränkten Leserkreis formelmässig nachgewiesen ist; ebenso sicher aber steht fest, dass ein grosser Kreis der Techniker und Physiker derartigen rein mathematischen Wendungen nicht zu folgen vermag und daher von diesen Ergebnissen unberührt geblieben ist. Alle diese theoretischen Arbeiten gründeten und bauten sich auf der *Maxwell*'schen Theorie der Elektrizität auf, welche besonders durch die bekannten experimentellen und theoretischen Arbeiten des verstorbenen Bonner Professors *Hertz* in Deutschland an Bedeutung und Beachtung gewonnen hat und, wenn man von der sicheren mechanischen Begründung der *Maxwell*'schen Grundgleichungen absieht und sein Augenmerk nur darauf richtet, dass die grösste Zahl der Erscheinungen in dem behandelten Gebiete sich daraus ableiten resp. durch dieselben analytisch sich darstellen lässt, allerdings volle Anerkennung und Wertschätzung verdient. Indessen ist es bis jetzt weder *Maxwell* noch irgend einem anderen Forscher gelungen, eine vollständig befriedigende mechanische Ableitung der Grundgleichungen des englischen Forschers zu geben; selbst *Hertz* musste sich zunächst damit begnügen, diese Grundgleichungen einfach hinzuschreiben, und bemerkt dazu nur, dass ihre beste Begründung darin besteht, dass daraus sämtliche Phänomene in richtiger Weise folgen. Auch diese Methode hat einen gewissen Vorzug; denn man hält sich dann jedenfalls von jeder Hypothese frei, muss dafür aber auch auf den Anspruch einer mechanischen Vertiefung der *Faraday-Maxwell*'schen Anschauung verzichten. Dies hat *Hertz*, dessen hohes Verdienst hierdurch selbstverständlich in keiner Weise verkleinert werden soll, wohl selbst gefühlt, wie aus seiner nachgelassenen Mechanik, in der er jenem Mangel abzuhelfen sucht, deutlich hervor-



geht. Dass *Hertz* darin das gewünschte Ziel nicht erreicht hat, kennzeichnete *v. Helmholtz* mit dem Ausspruch, dass das posthume Werk für die mechanische Begründung und Vertiefung der elektromagnetischen Lichttheorie in der Zukunft bedeutenden heuristischen Wert haben werde.

Indessen dürfte nach meinem Dafürhalten das Ziel auf dem bisher befolgten Wege schwerlich erreicht werden, da die nach der *Maxwell*'schen Grundanschauung angenommenen Zug- und Druckspannungen, welche von der elektromotorischen Kraft erzeugt und durch welche die Polarisation und sonstigen elektrischen Vorgänge erklärt werden, noch einen transcendentalen Kern in sich bergen und zum sicheren mechanischen Verständnis noch der Zurückführung auf die Wirkung der Molekularkräfte und der Aetherschwingungen bedürfen. *Maxwell* sah vorahnenden Geistes die Lösung dieser Aufgabe voraus; denn er schreibt in Bd. 1 S. 163 seines Grundwerkes in der Uebersetzung von Dr. *Weinstein*: „Der nächste Schritt, den wir zu machen hätten, müsste uns erklären, wie dieser Zwang durch die Einwirkung der einzelnen Partikel des Mediums aufeinander zu stande kommt. Er scheint mir deshalb von grosser Wichtigkeit zu sein, weil er Erscheinungen, die man früher nur durch die Annahme der Existenz einer Wirkung in die Ferne hat erklären können, auf das Spiel molekularer Kraft reduzieren würde.

Ich bin aber nicht im stande gewesen, diesen zweiten Schritt zu machen und mit den Prinzipien der Mechanik jenen Zwangszustand eines Mediums aus Molekularkräften abzuleiten. Ich werde daher die Theorie auf diesem Punkte noch stehen lassen und mich zu den anderen Erscheinungen, die in einem Dielektrikum während der Induktion zu Tage treten, wenden."

Hieraus erklärt sich auch, dass die Vorstellungen, welche *Maxwell* sich über den mechanischen Vorgang bei elektrischen Wirkungen innerhalb und ausserhalb der Körper bildete, zum Teil dunkel oder wenigstens nicht der wahren Sachlage entsprechend ausgefallen sind. Mit der dem Engländer angeborenen Reserve erklärte er daher die Mechanismen, welche er zur Verdeutlichung des mechanischen Vorgangs der wirksamen Elektrizität ersonnen hatte, nur als reine Bilder, bei denen man sich nichts weiter zu denken habe. In der That dürfte auch die mechanische Vorstellung über die Wirksamkeit des elektrischen Stromes nach der *Boltzmann*'schen Darstellung, welche ich hier wörtlich folgen lasse, nicht vollständige Klarheit und Befriedigung gewähren. *Boltzmann* sagt in seinen „Vorlesungen über *Maxwell*'s Theorie der Elektrizität und des Lichtes" II. Teil S. 152: „Nach unserer mechanischen Vorstellung verhält sich also die Elektrizität keineswegs wie eine Flüssigkeit, die durch ihren eigenen Druck im Drahte fortgetrieben wird, womit ja besonders die Ansammlung auf Flächen bis zur unendlichen Dichte unvereinbar ist. Sie verhält sich ja auch nach der alten Theorie nicht so, da sie nach letzterer nicht durch ihre inneren Druckkräfte, sondern durch die Fernwirkung der freien Elektrizität auf die Oberfläche des Drahtes getrieben wird. Nach unserer mechanischen Vorstellung dagegen wird die treibende Kraft sogar ausschliesslich durch das umgebende Dielektrikum vermittelt. Die elektromotorischen Kräfte versetzen zunächst nur die Wirbel im Inneren desjenigen Teiles des Drahtes, der innerhalb der kritischen Schicht liegt, in Rotation. Durch die Vermittelung der Friktionsröllchen werden sodann die Wirbel in der Luft an den dem Drahte benachbarten Stellen, dann auch die in der übrigen Luftmasse in Bewegung gesetzt. Diese erst greifen durch die Friktionsröllchen in diejenigen Wirbel ein, welche sich im Inneren des Drahtes ausserhalb der kritischen Schicht befinden, und versetzen sie in Rotation, treiben daher den elektrischen Strom. Vermöge des Ineinandergreifens des ganzen Mechanismus kann der Zustand nur stationär werden, wenn die negative Rotationsgeschwindigkeit innerhalb der kritischen Schicht zu der positiven ausserhalb derselben in einem ganz bestimmten Verhältnisse steht, das vom Verhältnisse der Widerstände ausserhalb und innerhalb der kritischen Schicht abhängt." Diese Probe dürfte erkennen lassen, dass das dem Vorworte vorgesetzte Motto:

„War es ein Gott, der diese Zeichen schrieb,
Die mit geheimnisvoll verborg'nem Trieb
Die Kräfte der Natur um mich enthüllen,
Und mir das Herz mit stiller Freude füllen?"

mehr für die Tragweite der analytischen Grundformeln als für deren innere Begründung der Mechanik Geltung hat. Der Meister in seiner ungeschminkten Offenherzigkeit dachte daher erheblich richtiger als sein Schüler; denn noch fehlt viel, dass die *Faraday-Maxwell*'sche Theorie mechanisch sicher begründet ist und die geheimnisvollen Kräfte der Natur zu deuten und zu enthüllen vermag.

Im Gegensatz zu den analytischen Bearbeitungen der *Maxwell*'schen Theorie in Deutschland haben die englischen Forscher, wie Lord *Kelvin* (*W. Thomson*) u. a., den Bahnen ihres Meisters folgend, die mechanischen Vorstellungen über den inneren Wirkungsvorgang bei den elektrischen Erscheinungen zu klären und mit Hilfe der Prinzipien der Mechanik zu begründen gesucht. In der That beruht heute der Schwerpunkt der elektrischen Forschung nicht mehr auf der rein analytischen Behandlung der elektrischen Vorgänge und Ausbauung der mathematischen Elektrizitätslehre, sondern auf der Ausmerzung der mechanisch unbegreiflichen Vorstellung der Fernwirkung und auf der Erklärung der elektrischen Erscheinungen durch Uebertragung mittels eines Mediums nach mechanischen Prinzipien. Diese heute mehr denn je gültige Ansicht sprach *Maxwell* schon in der Vorrede zum ersten Bande seines Werkes am 1. Februar 1873 mit den Worten aus, dass die deutschen Gelehrten vorwiegend sich damit begnügt hätten, die experimentell festgestellte Fernwirkung als solche anzunehmen und mit derselben zu rechnen, ohne über das Mittel nachzusinnen, welches die Fernwirkung von einem Körper zum anderen hinüberleitete; *Faraday* dagegen habe als der erste den Aether als das verbindende Medium erkannt und in seinem geistigen Auge überall da Kraftlinien den Raum durchdringen gesehen, wo die Mathematiker in der Ferne wirkende Kraftzentren annahmen, während dort, wo diese nur die Abstände zwischen den Kraftzentren ins Auge fassten, für jenen ein Zwischenmedium vorhanden war.

Maxwell hat jedoch nichts mehr und nichts weniger gethan, als dass er *Faraday*'s Ideen in analytische Formeln einkleidete; er geriet also in denselben Fehler, den er den deutschen Gelehrten zum Vorwurf machte, da er eingestandenermassen die mechanische Begründung seiner Formeln nicht zu geben vermochte. Den inneren Grund, warum *Maxwell* und seine Anhänger bis heute nicht zum Ziel gelangt sind, sieht Prof. *M. Möller*-Braunschweig mit Recht in dem Umstande, dass ihr Denken zu sehr an den molekularen Bewegungen haftet und nicht berücksichtigt, dass auch im Vakuum wichtige ätherische Vorgänge auftreten.

Es ist übrigens zu verwundern, dass die deutschen Gelehrten nicht schon längst auch für die Elektrizität und den Magnetismus die von England her überkommene absurde Idee der unvermittelten Fernwirkung über Bord geworfen und die in mechanischer Hinsicht nicht sehr feine *Faraday-Maxwell*'sche Anschauung nach dem grossen Vorbilde, das *Huyghens* in seiner kleinen und doch so genialen Schrift *Ursache der Schwere* (in deutscher Uebersetzung von *Rudolph Mewes* im Verlag von *M. Krayn* in Berlin) für die Massenanziehung gegeben hat, durch die Vibrationstheorie ersetzt, also statt die optischen Erscheinungen durch die elektrischen, umgekehrt diese durch jene erklärt haben. Den ersten und wichtigsten Schritt in dieser Richtung bildeten die berühmten Experimente von Professor *Hertz* in Bonn; gleichzeitig habe ich diese Aufgabe durch meine Arbeiten in der *Zeitschrift des deutschen Vereins zur Förderung der Luftschiffahrt* (Jahrg. 1888/89) und in *Elementare Physik des Aethers* (Teil I und II) mit Hilfe der *Sellmeier-Helmholtz*'schen Dispersionstheorie zu lösen gesucht, indem ich an den vorhandenen Beobachtungen nachwies, dass diese Theorie die wichtigsten Erscheinungen in einfacher Weise zu erklären vermag.

Die Berechtigung, die Dispersionstheorie auch auf die elektrischen Vorgänge übertragen zu dürfen, hat auch *H. v. Helmholtz* in seiner letzten Abhandlung *Elektromagnetische Theorie der Farbenzerstreuung* in *Wiedemann*'s



Annalen, Neue Folge Bd. 48, S. 389 bis 406, durch die Ableitung der Grundgleichungen der Dispersionstheorie speziell für die elektrischen Strahlen nachgewiesen. *Helmholtz* hat bei der Lösung dieser Aufgabe, und zwar mit gutem Grunde, die *Maxwell*'schen Grundgleichungen nicht berücksichtigt und begründet dies auf S. 392 a. a. O. folgendermassen: „Ich habe es vorgezogen, statt von den *Maxwell*schen Gleichungen auszugehen, die neu hinzukommenden Einflüsse in die von mir für die Elektrodynamik entwickelte Form des Prinzips der kleinsten Wirkung aufzunehmen, weil man dadurch vor dem Uebersehen einzelner notwendig vorhandener Gegenwirkungen in dem hier schon ziemlich verwickelten Spiel der Kräfte geschützt und dadurch die Anzahl der unabhängigen Hypothesen von zweifelhafter Richtigkeit wesentlich vermindert wird.“ Wegen der Bedeutung, welche die *Maxwell*'schen Gleichungen nach vorstehenden Ausführungen in der Elektrizitätslehre einnehmen, will ich daher die mechanische Begründung derselben mit Hilfe der *Sellmeier-Helmholtz*'schen Absorptionstheorie und meiner diesbezüglichen oben erwähnten Arbeiten im nächsten Abschnitt folgen lassen.

II. Die Maxwell'sche und die Sellmeier'sche Grundgleichung.

In meinen Arbeiten über die elektrische Wellentheorie bin ich von der Voraussetzung ausgegangen, dass die elektrischen Vorgänge ohne Ausnahme auf die Emission oder Absorption gewisser Aetherschwingungen zurückführbar sind, und habe, um eine sichere Grundlage für die mathematische Formulierung zu erhalten, mein Augenmerk in erster Linie darauf gerichtet, dass auch für die strahlende Elektrizität das *Kirchhoff*'sche Gesetz von der Gleichheit des Emissions- und Absorptionsvermögens besteht. Aus dieser Annahme folgt aber durch eine ganz ähnliche Entwickelung, wie sie *Kirchhoff* für Licht und Wärme gegeben hat, für das sogen. Dispersionsgesetz der statischen Elektrizität, d. h. für das Gesetz, nach welchem ein mit Elektrizität geladener Körper mit der Zeit seinen elektrischen Zustand verändert, wenn man ihn nach der Ladung sich selbst überlässt, dieselbe Formel wie für das Gesetz, nach welchem absorbierte Licht- und Wärmeschwingungen mit der Zeit wieder ausgestrahlt werden. Der experimentelle Nachweis für die Richtigkeit dieser Schlussfolgerung ergibt sich aus den Beobachtungen über die Emission der Elektrizität der mit Elektrizität geladenen Körper, wenn dieselben sich in Luft oder anderen Gasen befinden. Denn ebenso wie die Temperatur des erwärmten Körpers in einer geometrischen Progression sinkt, wenn die Zeiten in arithmetischer Progression wachsen, ebenso nehmen auch die Elektrizitätsmengen in einer geometrischen Reihe ab, wenn die Zeiten in arithmetischer Reihe zunehmen. Ferner beweist die Beobachtung, dass in beiden Fällen die Abnahme der Wellenbewegung von der Masse der Körper und von der Grösse ihrer Oberfläche und in gewissen Grenzen auch von der Intensität der zugeführten Wellenmenge unabhängig ist. Dasselbe gilt auch für die Ausstrahlung der absorbierten Lichtstrahlen, d. h. für die Schwächung der durch Belichtung erzeugten Phosphorescenz mit der Zeit. Thatsächlich stimmen die drei diese Vorgänge darstellenden Formeln, welche bezüglich von *Dulong, Coulomb* und *Becquerel* experimentell bewiesen sind, miteinander überein; denn die Formel für die Erkaltung eines erwärmten Körpers lautet

$$t = t_0 e^{-px} \quad \ldots\ldots \quad 1)$$

diejenige für die Zerstreuung der Elektrizität

$$Q = Q_0 e^{-qx} \quad \ldots\ldots \quad 2)$$

und diejenige für die Emission des Phosphorescenzlichtes

$$i = i_0 e^{-ax} \quad \ldots\ldots \quad 3)$$

In diesen Formeln bedeutet t_0 die Anfangstemperatur, Q_0 die ursprüngliche Elektrizitätsmenge, i_0 die anfängliche Intensität des Lichtes, während t, Q und i die Temperatur, bezw. die Elektrizitäts- und Lichtmenge zur Zeit x und p, q und a Konstanten sind.

Die Uebereinstimmung dieser Formeln veranlasste mich, die *Sellmeier-Helmholtz*'sche Absorptions- oder Dispersionstheorie, die ursprünglich nur für das Licht bestimmt und erst später auf die Wärme ausgedehnt wurde, auch auf die elektrischen Schwingungen zu übertragen. Ich habe daher ganz in derselben Weise, wie dies in dieser Theorie geschehen ist, die Annahme gemacht, dass auch die elektrischen Schwingungen der Aetherteilchen die Schwingungen der Körpermoleküle beeinflussen können, dass die letzteren mit den ersteren isochron hin und her schwingen und zwar in einer Amplitude, welche derjenigen der Aetherschwingungen proportional ist. Nach *Sellmeier*'s Entwickelungen in *Poggendorff's Annalen* Bd. 145 u. 146 (siehe auch *Wüllner*'s Experimentalphysik Bd. 1, §§ 113 bis 118) erhält man, wenn man annimmt, dass ein Aetheratom mit der Amplitude a_0 nach dem Kraftgesetz

$$\frac{d^2\xi}{dt^2} = -k\xi \quad \ldots\ldots \quad 4)$$

hin und her schwingt, für die Verschiebung des Aetheratoms ξ_0 die Gleichung

$$\xi_0 = a_0 \sin \frac{2\pi(t+\alpha)}{\tau} \quad \ldots\ldots \quad 5)$$

worin τ die Schwingungsdauer des Gleichgewichtsortes des Aetheratoms, t die Zeit und α eine die Phase bestimmende Konstante ist. Differentiiert man die Gleichung 5) zweimal nach t, so erhält man

$$\frac{d^2\xi}{dt^2} = -a_0 \sin \frac{2\pi(t+\alpha)}{\tau} \cdot \frac{4\pi^2}{\tau^2} \quad \ldots \quad 6)$$

wenn man nun aus Gleichung 5) für $a_0 \sin \frac{2\pi(t+\alpha)}{\tau}$ den Wert ξ_0 einsetzt, so erhält man durch Gleichsetzen des Resultates mit Gleichung 4)

$$-k\xi_0 = -\xi_0 \cdot \frac{4\pi^2}{\tau^2}$$

oder

$$k = \frac{4\pi^2}{\tau^2} \quad \ldots\ldots \quad 7)$$

Da nun sowohl für die Schwingungen der Körpermoleküle als auch für diejenigen der Aetheratome das *Huyghens*'sche Unabhängigkeitsprinzip oder das sogen. Prinzip der Koexistenz kleiner Bewegungen gilt, so kann man die Koordinatenachsen mit den Schwingungsachsen eines Körperteilchens zusammenfallen lassen und die auf dasselbe wirkenden beschleunigenden Kräfte unter der Annahme, dass das obige Kraftgesetz 4) auch für die schwingende Bewegung der Körpermoleküle statthat, durch die folgenden Gleichungen ausdrücken:

$$\left.\begin{aligned} X &= -\frac{4\pi^2}{\delta^2}(\xi - \xi_0) \\ Y &= -\frac{4\pi^2}{\delta'^2}(\eta - \eta_0) \\ Z &= -\frac{4\pi^2}{\delta''^2}(\zeta - \zeta_0) \end{aligned}\right\} \quad \ldots\ldots \quad 8)$$

worin ξ, η, ζ die Verschiebungen des Körperteilchens, ξ_0, η_0, ζ_0 diejenigen seines momentanen Gleichgewichtsortes und δ, δ', δ'' seine eigentümlichen Schwingungsdauern bedeuten. Die Gleichungen 8) sind dieselben wie in 4), nur dass für die Konstante k der bezügliche Wert $\frac{4\pi^2}{\delta^2}$ etc. eingesetzt ist.

Ich beschränke mich auf die Betrachtung der Bewegung in der Richtung der X, da dieselbe von den ähnlichen Bewegungen in den Richtungen der Y und Z unabhängig ist. Da nach 5) $\xi_0 = a_0 \sin \frac{2\pi(t+\alpha)}{\tau}$ ist, so erhält man, wenn man in die erste der Gleichungen 8) diesen Wert einsetzt und $\frac{d^2\xi}{dt^2}$ für X schreibt, die Differentialgleichung

$$\frac{d^2\xi}{dt^2} = -\frac{4\pi^2}{\delta^2}\left(\xi - a_0 \sin 2\pi \frac{t+\alpha}{\tau}\right), \quad \ldots \quad 9)$$

derselben entspricht das Integral

$$\xi = \frac{\tau^2}{\tau^2 - \delta^2} a_0 \sin 2\pi \frac{t+\alpha}{\tau} + b \sin 2\pi \frac{t+\beta}{\delta} \quad 10)$$

für den Sonderfall $\tau = \delta$ dagegen das Integral

$$\xi = -\pi \frac{t}{\delta} a_0 \cos 2\pi \frac{t+\alpha}{\delta} + b \sin 2\pi \frac{t+\beta}{\delta}. \quad 11)$$

Es bedeutet hierin ξ die Verschiebung des Körperteilchens und δ die eigentümliche Schwingungsdauer des Körperteilchens, während b und β die beiden willkürlichen Konstanten sind. Rechnet man nun die Zeit von dem Punkte ab, wo das bewegte Körperteilchen durch seine Gleichgewichtslage geht, so erhält man aus den Gleichungen 10) und 11) die Gleichungen

$$\xi = \frac{\tau^2}{\tau^2 - \delta^2} a_0 \sin 4\pi \frac{t}{\delta} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad 12)$$

$$\xi = -\pi \frac{t}{\delta} a_0 \cos 2\pi \frac{t}{\delta} = \pi \frac{t}{\delta} a_0 \sin 2\pi \frac{t - \frac{1}{4}\delta}{\delta} \quad 13)$$

Aus den hier abgeleiteten Gleichungen lässt sich die Grösse der lebendigen Kraft ermitteln, welche von den Aetherschwingungen auf die Körpermoleküle bei dem Durchgange durch ein bestimmtes Medium übergeht. Man erhält nämlich aus Gleichung 4) für die Arbeit, welche geleistet werden muss, um das Aetherteilchen aus der Entfernung ξ in $\xi + d\xi$ zu bringen, den Wert $km\xi\, d\xi$, wenn m die bewegte Masse bedeutet, also für die Arbeit, welche im freien Aether das Aetherteilchen bis zur Amplitude a zu entfernen vermag, den Wert

$$\int_0^a km\xi\, d\xi = \frac{1}{2} kma^2 \quad . \quad . \quad . \quad . \quad 14)$$

Bei der Fortpflanzung der Aetherschwingungen in körperlichen Medien muss jedoch eine gewisse Arbeit L geleistet werden, um deren Betrag dann die lebendige Kraft beim Durchgange durch die Gleichgewichtslage kleiner ist. Diesen Betrag bestimmt man nach *Sellmeier* folgendermassen:

Wenn sich im Inneren des Körpers der Aether in einer schwingenden Bewegung befindet, deren Wellenlänge l und deren Fortpflanzungsgeschwindigkeit c ist, so ist die Schwingungsdauer $\tau = \frac{l}{c}$. Im freien Aether ist dann, wenn n der Brechungsexponent des Mediums ist, die Fortpflanzungsgeschwindigkeit bekanntlich nc, also die Schwingungsdauer bei gleicher Wellenlänge

$$\tau' = \frac{l}{nc} = \frac{\tau}{n} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad 15)$$

so dass die Arbeit, welche nun im freien Aether geleistet werden muss, um in dieser das Aetherteilchen bis zur Amplitude a' zu entfernen, in derselben Weise wie vorher gleich

$$\frac{1}{2} km(a')^2 = \frac{1}{2} \frac{4\pi^2}{\tau'^2} . m(a')^2 \quad . \quad . \quad . \quad 16)$$

gefunden wird, da ja $k = \frac{4\pi^2}{\tau'^2}$ nach obiger Ableitung ist. Nimmt man nun mit *Fresnel* an, dass erstlich die elastische Kraft des Aethers in den brechenden Medien absolut gleich derjenigen des freien Aethers und die Masse der einzelnen Aetherteilchen überall die gleiche ist, so muss auch im Inneren der Körper

$$k = \frac{4\pi^2}{\tau'^2} = \frac{4\pi^2 n^2}{\tau^2} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad 17)$$

sein. Demnach ist in einem sehr kleinen Körperelement, etwa in einer unendlich dünnen Kugelschale mit der Gesamtäthermasse m', deren Teilchen alle gleiche Phase haben, die Arbeit, welche geleistet werden muss, um die Aetherteilchen bis zur Amplitude a' zu entfernen, oder die ihr gleichwertige lebendige Kraft

$$m' \frac{v_1^2}{2} = n^2 \frac{2\pi^2}{\tau^2} m'(a')^2. \quad . \quad . \quad . \quad . \quad 18)$$

Aus Gleichung 5) folgt durch Differentiation für die Geschwindigkeit des Aetherteilchens der Wert

$$\frac{d\xi}{dt} = \frac{2\pi}{\tau} a' \cos 2\pi \frac{t}{\tau} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad 19)$$

also für den Moment, in welchem die Gleichgewichtslage passiert wird, d. h. zur Zeit $t = \frac{\tau}{2}$,

$$\frac{d\xi}{dt} = -\frac{2\pi}{\tau} a' \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad 20)$$

also ist die lebendige Kraft der Masse m' gleich

$$m' \frac{v^2}{2} = \frac{2\pi^2}{\tau^2} m'(a')^2 \quad . \quad . \quad . \quad . \quad 21)$$

Der bei der Schwingung eingetretene Verlust an lebendiger Kraft ist also gleich der Differenz der Grössen in Gleichung 18) und 21), d. h.

$$V = m' \frac{v_1^2}{2} - m' \frac{v^2}{2} = n^2 \frac{2\pi^2}{\tau^2} . m'(a')^2 - \frac{2\pi^2}{\tau^2} . m'(a')^2$$
$$= (n^2 - 1) \frac{2\pi^2}{\tau^2} . m'(a')^2 \quad . \quad . \quad . \quad . \quad 22)$$

Diese lebendige Kraft ist ganz an die körperlichen Moleküle übergegangen und ist das mechanische Mass der absorbierten Wellen. Die rechte Seite der Gleichung 22) stellt die Differenz zweier Glieder dar, deren erstes Glied

$$n^2 \frac{2\pi^2}{\tau^2} . m'(a')^2 = \frac{n^2 c^2}{2} . m' \left(\frac{2\pi a'}{l}\right)^2 \quad . \quad 23)$$

die lebendige Kraft der tonischen Bewegung, d. h. die gesamte den im Körper eingelagerten Aetheratomen innewohnende lebendige Kraft nach der Absorption, deren zweites Glied die gesamte lebendige Kraft ist, welche die im Zwischenvolumen eingelagerten Aetheratome vor der Absorption besitzen.

Die mechanisch leicht verständliche Gleichung 22)

$$V = m' \frac{v_1^2}{2} - m' \frac{v^2}{2} = (n^2 - 1) \frac{2\pi^2}{\tau^2} . m'(a')^2$$

zeigt also an, dass die bei der Absorption geleistete Arbeit bezw. die ihr gleichwertige lebendige Kraft, welche ganz an die körperlichen Moleküle übergegangen ist, gleich der Differenz der lebendigen Kräfte nach und vor der Absorption ist. Danach stellt das zweite Glied, der normale Schwingungszustand des Aethers, die Niveaufläche dar, auf welche die Arbeitsleistungen bezogen werden. Wir erhalten also, wie ich in der zweiten Ausgabe von *Licht-, Elektrizitäts- und X-Strahlen. Beitrag zur Erklärung der Aetherwellen* (Berlin 1899, Fischer's technologischer Verlag, M. Krayn, W. Steglitzerstr. 86) besonders hervorgehoben habe, genau so wie bei der Schwere und der Elektrizität nach der *Sellmeier*'schen Formel die bei der Absorption geleistete Arbeit gleich der Differenz der lebendigen Kräfte, welche von den fraglichen Niveauflächen aus gerechnet werden.

Hieraus allein erklärt sich in gesetzmässiger Weise, dass bei allen physikalischen und chemischen Vorgängen, welche in meinen bereits mehrfach erwähnten Schriften untersucht worden sind, gerade die brechende Kraft $n^2 - 1$, d. h. die mit der Natur des Mittels veränderliche geleistete Arbeit oder die ihr gleichwertige lebendige Kraft V_1, bezogen auf die lebendige Kraft des Aethers vor der Absorption,

$$V_1 = V / \frac{2\pi^2}{\tau^2} . m'(a')^2 = n^2 - 1 \quad . \quad . \quad 24)$$

sich als Kennzeichen und Mass für dieselben ergeben hat. Die Ursache hierfür liegt nach den vorstehenden Erläuterungen einfach darin begründet, dass alle jene Erscheinungen ihrem inneren Wesen nach auf Arbeitsleistungen zurückzuführen sind, welche sich als Differenzen lebendiger Kräfte darstellen. Infolge dieses inneren Zusammenhanges kann man auch die brechende Kraft als die für alle Naturvorgänge geeignete Masseinheit anwenden und somit die-

selben von dem allumfassenden Standpunkt der Wellentheorie aus einheitlich messen und miteinander vergleichen. Hierin liegt die zentrale Bedeutung der brechenden Kraft $n^2 - 1$ in Physik und Chemie; sie ist eben das einfachste und umfassendste Mass der Dinge, da sie als Differenz zweier lebendiger Kräfte einer ihr gleichwertigen Arbeit oder anderen lebendigen Kraft gleich ist und als Arbeit seit der Begründung der mechanischen Wärmetheorie als allgemeinste Masseinheit gelten darf. Ich glaubte auf diesen Sachverhalt, der den hier gegebenen analytischen Entwickelungen zu Grunde liegt, hinweisen zu müssen, damit der einheitliche Kern der Auseinandersetzungen klar und deutlich erkannt wird. Dass die brechende Kraft thatsächlich eine solche weittragende und umfassende Bedeutung besitzt, haben die Beobachtungen bewiesen; man vergleiche in dieser Hinsicht die Versuche in meiner zuletzt genannten Schrift auf S. 17, 51, 53, 76, 77, 105, ferner *Physik des Aethers* I. Teil S. 11, 16, 17, 59, 63, 64, 65, II. Teil S. 7, 39, 95, 98. Bezieht man die absorbierte Wellenmenge auf die lebendige Kraft der tonischen Bewegung

$$m' \frac{v_1^2}{2} = n^2 . \frac{2\pi^2}{\tau^2} . m' (a')^2,$$

so erhält man als Ausdruck für die geleistete Arbeit

$$V_2 = V / n^2 . \frac{2\pi^2}{\tau^2} . m' (a')^2 = \frac{n^2 - 1}{n^2} \quad . \quad . \quad 25)$$

und damit $\frac{n^2 - 1}{n^2}$ als Kennzeichen und Mass für die physikalischen und chemischen Vorgänge. Ob man Gleichung 24) oder 25) wählt, ist belanglos; ich habe stets die Gleichung 24) als die einfachere gewählt.

Die *Sellmeier*'sche Absorptionsgleichung 22) bezw. 24) gilt für alle Aetherschwingungen und besagt in der Form 24), dass *„die absorbierten Wellenmengen sich wie die brechenden Kräfte verhalten“*. Für Gase lässt sich dieses einfache Gesetz durch sichere Beobachtungen für Wärme-, Licht- und Elektrizitätsstrahlen bestätigen. Da die spezifischen Wärmen gleicher Gasvolumina unter demselben Druck der bei gleicher Temperaturerhöhung absorbierten Wärme proportional sind, so müssen die spezifischen Wärmen gleicher Gasvolumina unter demselben Druck ebenfalls der brechenden Kraft proportional sein. In der folgenden Tabelle aus *Elementare Physik des Aethers* S. 10 sind die beweisenden Beobachtungen, welche *Magnus*, *Dulong*, *Boltzmann* und *Regnault* gemacht haben, zusammengestellt. Die beiden ersten Kolonnen stellen die Beobachtungen von *Magnus* in *Pogg. Ann.* Bd. 112 dar, die nächste enthält die von *Dulong* beobachteten Kräfte der Gase (*Ann. de chim. et de phys.* T. XXXI, p. 154, *Pogg. Ann.* Bd. 6) und die vorletzte Reihe ist aus den von *Boltzmann* beobachteten Dielektrizitätskonstanten berechnet worden (*Pogg. Ann.* Bd. 155, S. 403), während die letzte Reihe die von *Regnault* beobachteten spezifischen Wärmen wiedergibt.

Der Wert für Wärmeabsorption von CO wird zu gross, weil CO durch die Licht- und Wärmestrahlen in CO_2 verwandelt und somit chemische Arbeit geleistet wird. Ob ähnliches bei H geschieht, vermag ich nicht zu sagen.

Gase	A		$n^2 - 1$	$D - 1$	$c_p . s$
	Absorptionsvermögen für Wärme Beob. *Magnus*	Luft = 1	Brechende Kraft *Dulong* Luft = 1	Absorptionsvermögen für Elektrizität *Boltzmann* Luft = 1	Spezifische Wärme gleicher Volumina *Regnault*
Luft . . .	14,75	1,0	1,0	1,0	1,0
O	14,75	1,0	0,924	0,924	1,029
H	16,23	1,1(?)	0,5	0,45	0,64 (*Clément*)
CO	27,95	2,0(?)	1,157	1,169	1,008
CO_2	21,92	1,5	1,526	1,603	1,569
NO_2	24,50	1,7	1,71	1,678	1,649
CH_4	23,39	1,63	1,504	1,60	1,568
C_2H_4 . . .	40,00	2,8	2,302	2,22	1,949

Aus der Gleichheit der vierten und fünften Kolonne der vorstehenden Tabelle folgt, dass

$$n^2 - 1 = D - 1 \text{ oder } n = \sqrt{D} \quad . \quad . \quad 26)$$

ist. Zu demselben Resultat führt auch die *Maxwell*'sche Theorie, da nach derselben

$$\frac{1}{\sqrt{D}} = V = \frac{1}{n} \text{ oder } n = \sqrt{D} \quad . \quad . \quad 27)$$

ist.

Die Uebereinstimmung zwischen den Resultaten der *Maxwell*'schen und *Sellmeier*'schen Theorie erklärt sich daher, dass die von *Faraday* und *Maxwell* als Grundlage ihrer Forschung angenommenen Kraftlinien, deren mechanische Erklärung nicht gegeben wird, nach der Vibrationstheorie in mechanisch verständlicher Weise als die Interferenzkurven der sich kugel- oder strahlenförmig ausbreitenden Aetherschwingungen aufgefasst werden. *Maxwell* vermag über die Entstehung der Kraftlinien nur die höchst unbestimmte Erklärung abzugeben, dass dieselben unter der Einwirkung von Null ansteigender, magnetisierender Kräfte aus Punkten, welche sich zu Kreisen erweitern, entstehen. Während man danach diejenigen Kurven, welche durch auf Papier gestreutes Eisenpulver oder Eisenfeile unter der Wirksamkeit des Magneten gebildet werden, als Kraftlinien ansieht, würde man in Uebereinstimmung mit den entsprechenden akustischen Vorgängen nicht diese Kurven, sondern die zwischen ihnen liegenden, von den Eisenteilchen nicht bedeckten Kurven als die eigentlichen Kraftlinien bezeichnen müssen. Die Eisenteilchen bleiben nämlich hiernach nur an denjenigen Stellen in Ruhe, in welchen sich die Schwingungen durch Interferenz aufheben, werden aber von denjenigen Stellen, in welchen die elektrischen Schwingungen sich verstärken, fortgetrieben, wie dies ja bei den akustischen Transversalschwingungen (*Chladni*'sche Klangfiguren) ebenfalls geschieht. Für die Richtigkeit dieser Anschauung spricht in hohem Masse die Aehnlichkeit der Form der Magnetkraftlinien mit den Interferenzfiguren dünngeschliffener Krystalle.

Uebrigens lassen sich die *Maxwell*'schen Grundgleichungen mit der Grundgleichung der *Sellmeier*'schen Absorptionstheorie miteinander identifizieren; beide stellen im Grunde genommen nur einunddenselben Sachverhalt dar. Es entspricht nämlich das erste Glied der Gleichung 22)

$$V = m' \frac{v_1^2}{2} - m' \frac{v^2}{2} = (n^2 - 1) . \frac{2\pi^2}{\tau^2} . m' (a')^2,$$

d. h.

$$\frac{v_1^2}{2} = n^2 . \frac{2\pi^2}{\tau^2} . m' (a')^2 = \frac{n^2 c^2}{2} m' \left(\frac{2\pi a'}{l}\right)^2 \quad 28)$$

der lebendigen Kraft $T d\tau$ der tonischen Bewegung, dagegen der ganze Ausdruck $(n^2 - 1) \frac{2\pi^2}{\tau^2} . m' (a')^2$ der Arbeitsleistung $V d\tau$ im Volumenelemente $d\tau$, welche die tonischen Kräfte bei der Ueberwindung der widerstehenden Molekularkräfte leisten. Setzt man das Volumenelement $d\tau$ gleich 1, so erhält man für die beiden ersten *Maxwell*'schen Grundgleichungen, aus welchen die übrigen mit Hilfe des *Hamilton*'schen Prinzips sich herleiten lassen,

$$T = \frac{K}{8\pi} (P^2 + Q^2 + R^2) \quad . \quad . \quad . \quad . \quad 29)$$

worin

$$P = \frac{dF}{dt}, \quad Q = \frac{dG}{dt}, \quad R = \frac{dH}{t} \quad . \quad . \quad 30)$$

d. h. gleich den tonischen Geschwindigkeitskomponenten des tonischen Vektors F, G, H sind und K eine Konstante ist,

$$V = \frac{r}{2} (a^2 + b^2 + c^2) = \frac{1}{8\pi n} (a^2 + b^2 + c^2) \quad 31)$$

worin

$$a = \frac{dH}{dy} - \frac{dG}{dz}, \quad b = \frac{dF}{dz} - \frac{dH}{dx},$$

$$c = \frac{dG}{dx} - \frac{dF}{dy} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad 32)$$



und r und u Konstanten sind. Mit Rücksicht auf die Gleichungen 30) und 32) kann man auch setzen

$$V = \frac{1}{2u}\left\{\frac{(dF)^2 + (dG)^2 + (dH)^2}{(2\sqrt{\pi})^2} - \frac{\frac{dF}{dx} + \frac{dG}{dy} + \frac{dH}{dz}}{(2\sqrt{\pi})^2}\right\} \quad 33)$$

Nach der Potentialtheorie ist aber, da die uns bekannten Naturkräfte bezw. die dieselben bedingenden Aetherschwingungen im umgekehrten Quadrate der Entfernung abnehmen, das zweite Glied auf der rechten Seite der Gleichung 33)

$$\frac{dF}{dx} + \frac{dG}{dy} + \frac{dH}{dz} = 0 \quad . \quad . \quad . \quad . \quad 34)$$

für alle ausserhalb des wirksamen Körpers gelegenen Punkte, wie ja ausführlich auch von *Maxwell* in *A Treatise on Electricity and Magnetism* Vol. I, p. 21 ff., begründet worden ist. Für alle Strahlungserscheinungen, welche hier in Frage kommen, trifft diese Bedingung zu; folglich erhält man mit Rücksicht hierauf aus Gleichung 33)

$$V = \frac{1}{2u} \frac{(dF)^2 + (dG)^2 + (dH)^2}{(2\sqrt{\pi})^2} \quad . \quad . \quad 35)$$

während nach *Sellmeier* [siehe Gleichung 22) und 28)] für die Masseneinheit

$$V = \frac{(n^2 - 1)\, c^2}{l^2} . (2\pi a')^2 = \frac{(n^2 - 1)\, c^2}{2} . \left(\frac{2\pi a'}{l}\right)^2$$

ist. Diese Gleichungen sind identisch, wenn

$$\frac{1}{u} = (n^2 - 1) . c^2, \text{ bezw. } \frac{1}{u} = \frac{n^2 - 1}{l^2} . c^2 \quad 36)$$

und gemäss Identifizierung der Gleichungen 28) und 29)

$$n^2 = K, \text{ bezw. } \frac{n^2 c^2}{l^2} = K \text{ oder } \frac{n^2}{l^2} = K,$$

$$\left.\begin{aligned} \left(\frac{2\pi a' c}{l}\right)^2 &= \left(\frac{P}{2\sqrt{\pi}}\right)^2 + \left(\frac{Q}{2\sqrt{\pi}}\right)^2 + \left(\frac{R}{2\sqrt{\pi}}\right)^2 \\ \text{bezw.} & \\ (2\pi a')^2 &= \left(\frac{P}{2\sqrt{\pi}}\right)^2 + \left(\frac{Q}{2\sqrt{\pi}}\right)^2 + \left(\frac{R}{2\sqrt{\pi}}\right)^2 \end{aligned}\right\} \quad 37)$$

oder, was auf dasselbe hinauskommt,

$$(2\pi a')^2 \text{ bezw. } \left(\frac{2\pi a'}{l}\right)^2 = \frac{(dF)^2 + (dG)^2 + (dH)^2}{2\sqrt{\pi}} \quad 38)$$

ist.

Nun ist aber die Geschwindigkeit im freien Aether (Lichtgeschwindigkeit)

$$v = n\,c, \text{ also } c = \frac{v}{n} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad 39)$$

folglich erhält man durch Einsetzen dieses Wertes in die Beziehung $\frac{1}{u} = (n^2 - 1)\, c^2$ die neue Gleichung

$$\frac{1}{u} = \frac{n^2 - 1}{n^2} . v^2 \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad 40)$$

Es ist aber u, die sogen. magnetische Permeabilität, wenn man Eisen, Nickel und Kobalt ausnimmt, für alle Stoffe gleich 1; folglich ergibt sich in diesem Falle, d. h. bei fast vollkommener Durchstrahlungsfähigkeit der Schwingungen oder bei nahezu vollständiger Durchlässigkeit der Stoffe für dieselben, für den Brechungsexponenten die Bedingungsgleichung

$$1 = \frac{n^2 - 1}{n^2} . v^2, \text{ also } v = \frac{n}{\sqrt{n^2 - 1}} \quad . \quad . \quad 41)$$

Da v, die Lichtgeschwindigkeit, einen sehr grossen Wert besitzt, so muss für den hier betrachteten Fall n nahezu gleich 1, also $\sqrt{n^2 - 1}$ dem umgekehrten Wert der Lichtgeschwindigkeit annähernd gleich sein. Diese Schlussfolgerung der Theorie stimmt nicht nur für die magnetischen Strahlen, sondern ganz allgemein für die Aetherstrahlen.

Vergleicht man die Gleichungen

$$(\alpha) \qquad \frac{n^2}{l^2} = K,$$

$$(\beta) \qquad \frac{1}{u} = \frac{n^2 - 1}{n^2} . \frac{v^2}{l^2}$$

mit den entsprechenden Gleichungen der elektromagnetischen Lichttheorie

$$(\alpha_1) \qquad u\,K\,v^2 = n^2 (1 - k^2),$$

$$(\beta_1) \qquad \frac{1}{u} = \frac{L . l . v}{n^2 k},$$

in denen L die Leitungsfähigkeit, K wie oben die Dielektrizitätskonstante des Mittels und v die Lichtgeschwindigkeit bedeutet und berücksichtigt, dass L der brechenden Kraft $n^2 - 1$ proportional ist, wie später gezeigt werden soll, so geht die Gleichung (β_1) über in

$$(\beta_2) \qquad \frac{1}{u} = \frac{n^2 - 1}{n^2} . \frac{l v}{k}.$$

Die Gleichungen α und β einerseits, sowie die Gleichungen α^1 und β^1 andererseits werden paarweise identisch, wenn

$$\frac{l v}{k} = \frac{v^2}{l^2} \text{ oder } k = \frac{l^3}{v}$$

und

$$\frac{n^2}{l^2} = \frac{n^2 - 1}{v} . l . \frac{1 - k^2}{k} = K$$

ist. Aus den beiden letzten Gleichungen ergibt sich für n und k allein die einfache Beziehung

$$1 = \frac{n^2 - 1}{n^2} . (1 - k^2) \text{ oder } k^2 = - \frac{1}{n^2 - 1},$$

d. h. k ist eine imaginäre Grösse.

Die von mir direkt aus der Vibrationstheorie abgeleiteten Gleichungen (α) und (β) sind einfacher als diejenigen nach der *Maxwell*'schen Theorie hergeleiteten Beziehungen (α_1) und (β_2), so dass, da die Gleichungen (α) und (β) mit der Erfahrung besser übereinstimmende Ergebnisse liefern, die Einführung des imaginären Faktors k sich nur als irreführend erweist. Die Frage, ob die *Maxwell*'sche oder die *Sellmeier*'sche Gleichung den Vorzug verdient, kann nur durch die Beobachtung entschieden werden und muss einer besonderen Arbeit vorbehalten bleiben.

Ueber die Vergasung des Hauskehrichts.

Von Dr. **A. Bujard.**

Der technischen Verwertung und gleichzeitigen Entfernung oder Vernichtung des Kehrichts wendet sich wegen der Unhaltbarkeit der bestehenden Zustände die Aufmerksamkeit der Stadtverwaltungen und ihrer Techniker in besonderem Masse zu. Auch in Stuttgart ist man schon seit etwa 8 Jahren dieser Frage näher getreten. Man hat sich über die Zusammensetzung des Kehrichts über die Dauer eines ganzen Jahres orientiert und im Jahre

1895 etwa 20 t solchen Kehrichts nach Hamburg abgehen lassen, um denselben in den dorten durch die städtische Baudeputation gütigst zur Verfügung gestellten Horsfallöfen zu verbrennen. Hierbei sind die einzelnen Abfuhrwagen derart gewählt worden, dass die Gesamtmasse als eine gute Durchschnittsprobe des Stuttgarter Haus- und Strassenkehrichts betrachtet werden konnte. Bezüglich der Zusammensetzung des Kehrichts wird bemerkt, dass während der Tage, an welchen der nach Hamburg verladene Kehricht gesammelt wurde, die Oefen der Wohnungen infolge kühler Witterung (die Versuche fielen auf den Monat Oktober) geheizt werden mussten, so dass ein grösserer Gehalt an Kohle und Koks zu erwarten war. Wie spätere zahlreichere mechanische Kehrichtanalysen übrigens zeigten, ist der Gehalt an Kohle und Koks überhaupt sehr schwankend und es ist nicht immer der Fall, dass derjenige Monat, in dem am stärksten geheizt wird, auch den Prozentgehalt des Kehrichts bezüglich dessen Grösse beeinflusst.

Der in Hamburg verbrannte Kehricht hatte folgende Zusammensetzung:

	Proz.
Feuchtigkeit	15,9
Kohlenteile	10,7
Schlacke und halbverbrannte Kohle	6,0
Steine, Glas, Steingut	8,6
Stroh, Häute, Knochen, sonstige pflanzliche und tierische Abfälle	5,5
Papier, Lumpen und Holz	0,5
Grober Siebdurchfall (dessen Glühverlust 18,5 %)	30,0
Feiner Siebdurchfall (dessen Glühverlust 27 %)	22,0
Verlust	0,8
	100,0

Zum Glühverlust im Siebdurchfall ist zu bemerken, dass derselbe grösstenteils als Kohle und andere verbrennliche Substanzen aufzufassen ist, denn mit blossem und bewaffnetem Auge sind diese Materialien in dem Siebdurchfall zu erkennen. Obige Angaben beziehen sich auf lufttrockenen Kehricht.

Englischer Sommerkehricht hat nach Angabe eines dortigen Sachverständigen nicht unter 10 % Kohlenreste, die Berliner fanden den Kohlengehalt ihres Kehrichts (Müll) bei ihren Versuchen stets unter 1 % [1]).

Die genaue Menge des in Hamburg verbrannten Kehrichts hat 21840 kg betragen, entsprechend 40 cbm im aufgelockerten Zustand.

Es ist nun nicht meine Absicht, das Ofensystem und den Gang der Verbrennung genau zu schildern, alles dies ist bekannt und a. a. O. mehr als genügend der Litteratur übergeben worden, doch sei der Betrieb, wie er sich für den Stuttgarter Kehricht gestaltet hat, kurz angegeben.

Die Dauer der Verbrennung obiger Kehrrichtmenge in zwei Horsfallzellen betrug 33 Stunden, das sind pro 24 Stunden in einer Zelle rund 8 t. Die Temperatur der Abgase im Raum oberhalb des Rostes war 400° C., im gemeinschaftlichen Rauchkanal der Zellen 350° C.

Der Rost wurde mit Luftgebläse angefacht, die Luftmenge pro 1 Sekunde und 1 Zelle war 0,65 cbm, die maximale Luftpressung unter dem Rost 20 mm Wassersäule.

Die Verbrennungsrückstände bestanden aus 8724 kg Schlacke, 1867 kg Asche (die Menge der Flugasche wurde wegen zu geringer Menge nicht bestimmt) oder 9,2 cbm Schlacke und 1,8 cbm Asche.

Die Verbrennungsrückstände betrugen daher 48 % des Kehrichtgewichtes, bezw. 37 % des Kehrichtvolumens.

Die weitere Verarbeitung der Rückstände auf der Schlackenbrech- und Siebanlage ergab folgendes:

2160 kg	feines	Korn
2760 „	mittleres	Korn
3500 „	grobes	Korn
160 „	Siebrückstände.	

Die chemische Zusammensetzung eines guten Durchschnittsmusters der feingemahlenen Schlacke zeigt nachstehende Analyse.

In 100 Gewichtsteilen der lufttrockenen Schlacke wurden gefunden:

Hygroskopisches Wasser		1,650 %.
Calciumoxyd	0,070	Wasserlöslich: 0,396 %
Magnesiumoxyd	0,006	
Schwefelsäure (SO_3)	0,180	
Chlor	0,027	
Kaliumoxyd	0,074	
Natriumoxyd	0,039	
Kohlensäure	Spur	
Kohlensäure	0,880	Wasserunlöslich: 96,730 %
Phosphorsäure	1,920	
Kieselsäure und Sand	68,090	
Calciumoxyd	5,540	
Magnesiumoxyd	0,530	
Eisenoxyd und Thonerde	15,470	
Kohle	4,300	
Festgebundenes Wasser, verbrennl. Substanz, Spur Kohlensäure im löslichen Teil und Verluste bei der Analyse		1,224 %
		100,00 %.

Hiernach enthält die Schlacke keinerlei verwertbare Bestandteile. Ein gewisser Düngwert ist ihr nicht abzusprechen, allein Eingang in den Düngerhandel dürfte sie bei ihrer Geringwertigkeit wohl nicht finden. Ihre Verwertbarkeit wird sich daher wohl auf die Verwendung zu Schotter-, Ausfüllmaterial und Beton beschränken, die Verwertung als Düngemittel aber höchstens lokaler Natur sein.

Ausnutzbar ist beim Kehrichtverbrennungsbetrieb die erzeugte Wärme. Dieselbe wird zur Heizung von Dampfkesseln verwendet. Mittels des gewonnenen Dampfes wird der Ventilator, die Schlackenbrech- und Sortiermaschine getrieben und das elektrische Licht zur Beleuchtung der Anstalt erzeugt.

Als vor einigen Jahren die Notiz durch die Tagesblätter ging, in Wien seien Versuche im Gang, den Kehricht zu vergasen, wandte man sich auch bei uns dieser Frage zu, um zu sehen, wie sich hierbei der Stuttgarter Kehricht verhält, und es war nun zunächst zu studieren, wieviel Gas, von welcher Beschaffenheit und unter welchen Bedingungen man dasselbe erhält. Neu war ja die Vergasung als solche nicht, denn Abfälle zu vergasen, ist nichts Neues, man konnte daher auch hoffen, irgend ein eventuell günstiges Resultat zu bekommen. Da damals von städtischer Seite eine Versuchsgasbereitungsanlage nicht zur Verfügung stand, wurden sorgfältig entnommene Durchschnittsproben von Kehricht in einem gut gedichteten Schwarzblechcylinder in einem dem Laboratorium zur Verfügung stehenden grossen Verbrennungsofen für Elementaranalyse vergast. Das Gas wurde durch Waschvorrichtungen geleitet und in Gasometern aufgefangen. Von den Kehrichtproben wurde jeweils eine mechanische Analyse hergestellt, um ein Bild über die Bestandteile derselben zu haben; ferner wurde das Volumen des Kehrichts ermittelt, sowie die erhaltene Gasmenge und der Vergasungsrückstand. Mit dem Gas wurde eine vollständige Analyse durchgeführt und dessen Verhalten beim Brennen und zum Auerstrumpf geprüft. Das Ergebnis dieser Versuche ist in der nachfolgenden Zusammenstellung niedergelegt.

Nachdem am 1. November 1899 das Gaswerk Stuttgart in städtischen Besitz übergegangen war, habe ich zu den weiteren Versuchen die im Gaswerk Gaisburg vorhandene kleine Versuchsgasanstalt benutzt. Dieselbe besteht aus einem kleinen Retortenofen mit einer Retorte, Skrubber und Reiniger und einem 14 cbm fassenden Gasbehälter. Neben dem Gasbehälter befindet sich ein Photometerraum, sowie ein kleines Laboratorium, woselbst das aus den Probekohlen gewonnene Gas untersucht werden kann.

An diesen Ofen liessen wir einen Kehrichtwagen anfahren, in welchem der Haus- und Strassenkehricht in verschiedenen Strassen gesammelt worden war. Die Menge des Kehrichts hat 1,32 cbm, das Gewicht 800 kg betragen.

[1]) Müllverbrennungsversuche, *Bohm und Grohn*, Berlin 1897.

Laboratoriumsversuche.

Zusammensetzung des Kehrichts in Vol.-Proz.	I.	II.	III.	IV.	V.
Kohle	8,5	12,6	10,0	9,5	0
Halbverbrannte Kohle, Koks	18,1	5,0	4,5	8,5	10,2
Stroh, Holz, Papier, Lumpen	2,2	1,1	3,2	2,6	3,5
Knochen, sonstige tierische, sowie pflanzliche Abfälle	19,4	12,0	30,6	23,5	18,6
Metall	7,7	0,5	—	—	3,0
Steine, Scherben, Schlacken	0,6	3,6	11,9	17,7	14,1
Grober Siebdurchfall	26,2	43,4	32,0	35,5	40,0
darin Glühverlust in Proz.	20,0	22,0	32,0	37,0	30,0
Feiner Siebdurchfall	16,0	21,1	8,0	2,7	12,2
darin Glühverlust in Proz.	10,0	15,0	21,0	35,0	20,0
Verlust	1,3	0,7	—	—	—
Gewicht der zur Vergasung genommenen Menge in Kilogramm	1,2	1,3	1,45	1,33	1,14
Volumen derselben in Litern	1,8	2,2	2,2	2,13	1,86
Menge des erhaltenen Gases in Litern	32,0	15½	34,0	Verunglückt wegen Undichtheit, man erhielt nur einen Teil des Gases	30,5
Gewicht des bei der Vergasung verbleibend. Rückstandes in Kilogramm	0,95	1,05	0,8	—	0,67
Volumen desselben in Litern	1,5	1,6	1,7	—	1,11
Zusammensetzung des Gases in Vol.-Proz.					
Kohlensäure	30,7	35,8	41,6	45,0	45,8
Schwere Kohlenwasserstoffe u. sonst in SO_3 absorbierbares	3,4	1,4	3,6	2,0	2,6
Sauerstoff	0,4	5,4	0	0,8	0
Kohlenoxyd	13,3	12,2	12,4	8,0	8,2
Sumpfgas (Methan)	21,2	6,9	16,6	13,9	13,3
Wassserstoff	20,3	21,5	21,0	26,0	25,3
Stickstoff	10,7	16,8	4,2	4,3	4,8
Schwefelwasserstoff	Spur	0	0	vorh.	Spur
Verhalten beim Entzünden	Schw. leucht. Flamme	Blaue Flamme	Blaue Flamme	Blaue Flamme	Schw. Flamme
Verhalten zum Auerstrumpf[2])	Schw. Leucht.	Schw. Glühen	Schw. Leucht.	Schw. Glühen	Schw. Glühen
Geruch	—	—	—	Widerlich	Widerlich

Die Zusammensetzung des Kehrichts war folgende:

	Proz.
Kohle	2,5
Koks	1,5
Papier und Lumpen	2,3
Holz	1,5
Knochen, sonstige tierische und pflanzliche Abfälle	10,7
Steine, Scherben	19,5
Metalle (Blechabfälle, Draht, Konservenbüchsen etc.)	3,0
Siebdurchfall	57,6
Verlust	1,4
	100,0

Mit je 50 kg Kehricht wurde nun die Retorte beschickt. Die Vergasungszeit hat durchschnittlich 4 Stunden betragen. Die Ausbeute jeder Charge an Gas war nicht

[2]) Absorbierte man die Kohlensäure zuvor durch Vorlage von mit Kalilauge beschickten Absorptionsgefässen, so kam der Auerstrumpf in den meisten Fällen zum hellen Leuchten.

Laboratoriumsversuche.

Zusammensetzung des Kehrichts in Vol.-Proz.	VI.		VII.
Kohle	2,1		4,0
Halbverbrannte Kohle, Koks	15,8		8,7
Holz, Papier, Lumpen, Stroh	3,4		2,6
Knochen, sonstige tierische und pflanzliche Abfälle	21,6		18,4
Steine, Scherben, Schlacken	11,5		7,0
Metall	0		1,7
Grober Siebdurchfall	36,9		40,4
darin Glühverlust in Proz.	29,5		30,0
Feiner Siebdurchfall	9,4		18,4
darin Glühverlust in Proz.	16,0		20,0
Vergaste Kehrichtmenge in Kilogramm	1,25		1,3
Volumen derselben in Litern	2,16		2,4
Erhaltene Gasmenge in Litern	50,5		65,0
Vergasungsrückstand in Kilogramm	0,81		0,8
Volumen desselben in Litern	1,5		1,6
Zusammensetzung des Gases in Vol.-Proz.	Gas getrennt aufgefangen. Vergasung bei hellroter Glut		
	I. 34½ l	II. 16 l	
Kohlensäure	35,4	17,8	24,8
Schwere Kohlenwasserstoffe, empyreumatische Stoffe	6,4	1,6	2,8
Sauerstoff	0	0,4	4,8
Kohlenoxyd	14,0	25,4	14,2
Sumpfgas	11,2	8,4	6,5
Wasserstoff	26,2	32,8	29,4
Stickstoff	6,8	13,6	17,5
Schwefelwasserstoff	Vorhand.	0	0
Verhalten beim Entzünden	Blaue, schwach leuchtend umsäumte Flamme	Blaue Flamme	Blaue Flamme
Verhalten zum Auerstrumpf	Leuchtet im Auerbrenner schwach	Schwach	Schwach

gleichmässig. Die einzelnen erhaltenen Gasmengen waren folgende:

	Uebertrag: 42,15 cbm
4,25 cbm	5,40 „
5,25 „	5,02 „
5,35 „	4,64 „
5,20 „	5,06 „
5,0 „	4,88 „
6,0 „	5,60 „
4,82 „	5,21 „
6,28 „	5,12 „
42,15 cbm	83,08 cbm

50 kg Kehricht gaben demnach im Mittel 5,19 cbm Gas. In den 16 Chargen zu je 50 kg wurden 83,08 cbm erhalten. Der Koksverbrauch zur Retortenfeuerung betrug 948 kg. Die Ofentemperatur wurde annähernd mit den *Wiborgh*'schen Thermophonen bestimmt und zu 950 bis 1120° C. gefunden, die Retortentemperatur wurde nach derselben Methode zu 920 bis 980° C. gemessen.

Während dieser Vergasung wurde die Zusammensetzung des Gases, und zwar des vor dem Skrubber abgenommenen Rohgases und des die Reinigungsapparate passiert habenden Gases, das wir der Kürze halber Reingas nennen wollen, festgestellt. Die Untersuchung erstreckte sich auf die Ermittelung der Kohlensäure, der schweren Kohlenwasserstoffe, des Sauerstoffs, Kohlenoxyds, Methans, Wasserstoffs und Stickstoffs; bei der Untersuchung des Gases in kürzeren Zeitperioden, zwischen einzelnen Chargen beschränkte man sich auf die Ermittelung von Kohlensäure, Kohlenoxyd und Sauerstoff. Es wurde ferner geprüft auf Schwefelwasserstoff und Ammoniak und des weiteren das spezifische Gewicht, sowie der Heizwert des Gases ermittelt, ersteres mit

Schilling's Apparat, letzterer mit dem *Junkers*'schen Kalorimeter. Die Analyse selbst erfolgte nach der gewöhnlichen Methode mittels *Hempel*'scher Pipetten, die Untersuchung des Gasrestes durch die Explosionsanalyse.

Untersuchung des Kehrichtgases.

a) Rohgas.

In Vol.-Proz.	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.
Kohlensäure	20,4	18,2	17,4	26,0	22,0	20,2	19,6
Kohlenoxyd	8,0	17,4	17,4	22,6	27,7	28,2	30,2
Sauerstoff	1,8	2,0	3,2	0	0,4	0,2	0,4

b) Reingas (die einzelnen Nummern decken sich naturgemäss nicht mit denjenigen des Rohgases).

In Vol.-Proz.	1.	2.	3.	4.	5.
Kohlensäure	11,0	16,2	22,4	23,0	25,7
Kohlenoxyd	21,2	12,2	17,2	23,2	26,0
Sauerstoff	2,8	2,8	3,0	0,4	0,2

Vollständige Analyse des Rohgases.

	II. Charge
Kohlensäure	22,9
Schwere Kohlenwasserstoffe	0,3
Sauerstoff	1,3
Kohlenoxyd	30,9
Methan	5,3
Wasserstoff	32,9
Stickstoff	6,4

Vollständige Analyse des Reingases (direkt hinter dem Reiniger entnommen).

	II. Charge	IV. Charge
Kohlensäure	19,6	19,9
Schwere Kohlenwasserstoffe	1,4	1,5
Sauerstoff	0	0,5
Kohlenoxyd	34,8	43,3
Methan	6,2	5,2
Wasserstoff	36,1	19,3
Stickstoff	1,9	10,3

Schwefelwasserstoff war nur in Spuren nachweisbar (im Roh- und Reingas). Ammoniak war im Reingas in Mengen vorhanden, die nicht quantitativ bestimmt wurden, weil beim Durchleiten von 500 l des Gases durch eine $^1/_4$ Normalsäure beim nachherigen Titrieren keine Ammoniakaufnahme bemerkt werden konnte.

Das Gas brannte mit nicht leuchtender Flamme und gelblichem Saum; der Leuchtwert ist daher gleich Null. Es bringt Auerlicht zu schwachem, für Beleuchtungszwecke aber wertlosem Glühen; entfernte man aber die Kohlensäure durch Vorlage von mit Kalilauge beschickten Absorptionsgefässen, so kam das Auerlicht zum hellen Leuchten.

Der nutzbare Heizwert wurde zu 2854, 2850, 2930, 2780 und 2960 W.-E., im Mittel also zu 2874 W.-E. pro 1 cbm gefunden.

Wie die vorstehende Aufstellung zeigt, wurde der Kohlensäure-, Kohlenoxyd- und Sauerstoffgehalt während der ganzen, etwa 64 Stunden dauernden Vergasungsperiode 15mal ermittelt. Zusammengefasst ergeben sich folgende Werte:

	Vol.-Proz.	Vol.-Proz.
Kohlensäure	11,0 bis 26,0	im Mittel 20,4
Kohlenoxyd	8,0 „ 43,3	„ „ 24,0
Sauerstoff	0 „ 3,2	somit stets wenig.

Die Rückstände aus den 800 kg Kehricht, die eine graue, mit Scherben etc. durchsetzte Masse darstellen, wogen 503 kg und haben somit 62,8% betragen. Die 503 kg nahmen einen Raum von 0,61 cbm ein.

Versuche mit Hauskehricht (ohne Strassenkehrichtbeimischung).

Die Zusammensetzung des benutzten Hauskehrichts in lufttrockenem Zustand war folgende:

	Proz.
Kohle	3,2
Koks	12,0
Schlacken	19,1
Holz und Stroh, Papier	1,6
Steine, Scherben etc.	1,8
Metall (Blech, Draht etc.)	0,1
Knochen, sonstige tierische und pflanzliche Abfälle	20,1
Siebdurchfall	41,4
Verlust	0,7
	100,0

Die Vergasung dieses Kehrichts erfolgte wie beim erstenmal. Vergast wurden 700 kg in 14 Chargen zu je 50 kg in 20 Stunden. Die Vergasungsdauer der einzelnen Chargen war somit wesentlich kürzer als beim ersten Versuch. Hatte schon zwar die Zusammensetzung des Hauskehrichts allein auf eine geringere Gasausbeute schliessen lassen, als dies beim ersten Versuch der Fall gewesen, so hatten wir trotzdem eine grössere Ausbeute an Gas als die erhaltene erhofft. Retorten- und Ofentemperatur waren dieselben. Aus den 700 kg Kehricht entsprechenden 1,4 cbm wurden 14,43 cbm Gas erhalten. Vergasungsrückstände ergaben sich 482 kg = 68,8%.

Die Analysen des Gases gaben folgendes Resultat:

	Rohgas:		
	I. Charge	VII. Charge	VIII. Charge
Kohlensäure	16,0	28,2	28,0
Kohlenoxyd	30,6	7,2	12,6
Sauerstoff	0,4	0	0,2

	Reingas:				
	II.	III.	IV.	VII.	VIII. Charge
Kohlensäure	21,6	27,2	28,0	28,0	28,0
Kohlenoxyd	17,6	10,2	6,8	4,4	5,0
Sauerstoff	0,2	0,2	0	0	0

Analyse des Reingases, VI. Charge.

	Vol.-Proz.
Kohlensäure	20,8
Schwere Kohlenwasserstoffe	3,4
Sauerstoff	0
Kohlenoxyd	20,2
Methan	8,9
Wasserstoff	34,8
Stickstoff	11,0

Bezüglich Brennbarkeit ergab sich dasselbe Resultat wie beim ersten Versuch. Der Heizwert wurde während der Vergasung 5mal ermittelt. Hierbei erhielt man folgende Zahlen: 2760, 2830, 2790, 2800, 2880, d. i. im Mittel 2814 W.-E. pro 1 cbm Gas.

Aus den beiden Versuchen in grösserem Massstab wurden noch insgesamt erhalten 36 kg Teer und 127 l Ammoniakwasser von 2,5° Bé.

Vergleicht man diese Versuche mit den kleinen Laboratoriumsversuchen, so fällt sofort das Zurückgehen im Gehalt an Kohlensäure auf. Dies ist jedenfalls darauf zurückzuführen, dass wir höhere Temperaturen bei der Retortenvergasung hatten, als wir beim Versuch im kleinen erzielen konnten.

Aus diesen Versuchen geht nun mit Bestimmtheit hervor, dass es möglich ist, aus dem Stuttgarter Hauskehricht ein verwertbares Heizgas zu gewinnen.

Die Zusammensetzung des Kehrichtgases ist jedoch in der Praxis zur Zeit wohl eine ziemlich wechselnde.

Störend ist der hohe Kohlensäuregehalt, der nur durch die umständliche Kalkreinigung auf ein annehmbares Mass zurückgeführt werden kann, während die grosse Menge von Kohlenoxyd und Wasserstoff an die Zusammensetzung des Wassergases erinnert. Der hohe Kohlenoxydgehalt ist jedenfalls auf den hohen Wassergehalt des Kehrichts zurückzuführen und auch die Grösse des Wasserstoffgehaltes wird hierdurch beeinflusst.

Zahlen aus solchen Versuchen können je nach der Beschaffenheit des Kehrichtmaterials und je nach der Anordnung der Versuchsbedingungen wieder anders ausfallen, weshalb es mir auch nicht in den Sinn kommt, etwa eine vergleichende Rentabilitätsberechnung zwischen der Kehrichtvergasung in einer bestehenden Steinkohlengasanlage und etwa der Kehrichtbeseitigung nach *Horsfall* anstellen zu wollen. Einige Anhaltspunkte für die Kehrichtvergasung dürfte aber die nachfolgende Aufstellung, welcher die bei der Haus- und Strassenkehrichtvergasung gewonnenen Werte zu Grunde gelegt sind, immerhin geben. Sie zeigt auch, welche Mengen Vergasungsmaterial in Stuttgart unter Umständen in Betracht kommen und welche Mengen allerdings hygienisch völlig einwandsfreien Rückstand man erhält.

Der Anfall an Kehrichtgas würde unter Zugrundelegung der beim Versuch gefundenen Zahlen etwa 2 Millionen Kubikmeter pro Jahr betragen. Der Kohlengasverbrauch

ist hier zur Zeit etwa 11 Millionen Kubikmeter. Dies ergäbe eine Beimengung von 15,4 % Kehrichtgas.

Der Jahresanfall an Kehricht beträgt zur Zeit hier . . . . 24000000 kg,
dies auf 365 Tage verteilt, gibt pro Tag rund . . . . 66000 kg.

Ein Retortenofen mit 7 Retorten gewöhnlicher Grösse vergast in 24 Stunden bei 4stündiger Destillationsdauer $7 \times 6 \times 130 = 5460$ kg Kehricht = 568 cbm Rohgas.

Durch Entfernung der Kohlensäure mittels Kalkreinigung wird diese Menge etwa um $^1/_5$ geringer, so dass nach der Reinigung noch 455 cbm gereinigtes Gas verbleiben. Obige 24000000 kg Kehricht geben somit rund 2 Millionen Kubikmeter gereinigtes Gas.

An Rückständen sind hierbei täglich, einschliesslich des ausgebrauchten Kalkes für die Reinigung, rund 49 bis 52 Tonnen, die abgeführt werden müssten, zu erwarten.

An eine besondere Verwertung des Gases durch Verteilung desselben an Konsumenten, insbesondere als Heiz- und Kraftgas, ist wohl hierorts nach Sachlage nicht ernstlich zu denken und auch der Beimischung zum Leuchtgas möchte ich nicht das Wort reden, denn hier fände ein ununterbrochener Betrieb und deshalb eine konstante und nicht unbeträchtliche Beimischung eines Gases von nur der Hälfte Heizwert und von verhältnismässig wechselnder Zusammensetzung statt, nicht zu vergleichen mit der sich als Aushilfe wohl zunächst in den Leuchtgasanstalten einstellenden Beimischung von Wassergas, die man ausserdem in geringeren Prozentsätzen stattfinden lassen kann. Dagegen wäre eine Verwertung in der Richtung wohl nicht ausgeschlossen, dass man das Kehrichtgas an Ort und Stelle als Kraftquelle zur Erzeugung von Elektrizität benutzt und diese an benachbarte industrielle Anlagen und Stadtteile abgibt.

Zum Schlusse dieser Veröffentlichung hebe ich ausdrücklich hervor, dass ich die ausgeführten Versuche durchaus nicht für vollständig halte, sondern sie nur als einen Beitrag zum Studium der Kehrichtvergasung aufgefasst wissen möchte. An diese Versuche gehört zunächst ein grösserer Versuch etwa in einem 7-Retortenofen, auf eine längere Zeitperiode sich erstreckend, angereiht. Ferner wäre es interessant, kleinere Versuche mit Kehricht in verschiedenem Feuchtigkeitszustand vorzunehmen und die Rückstände, sowie den abgeschiedenen Teer auf ihre Bestandteile zu untersuchen, um auch die Frage der Verwertung der Abgänge und Nebenprodukte prüfen zu können.

Chemisches Laboratorium der Stadt Stuttgart, im Juli 1900.

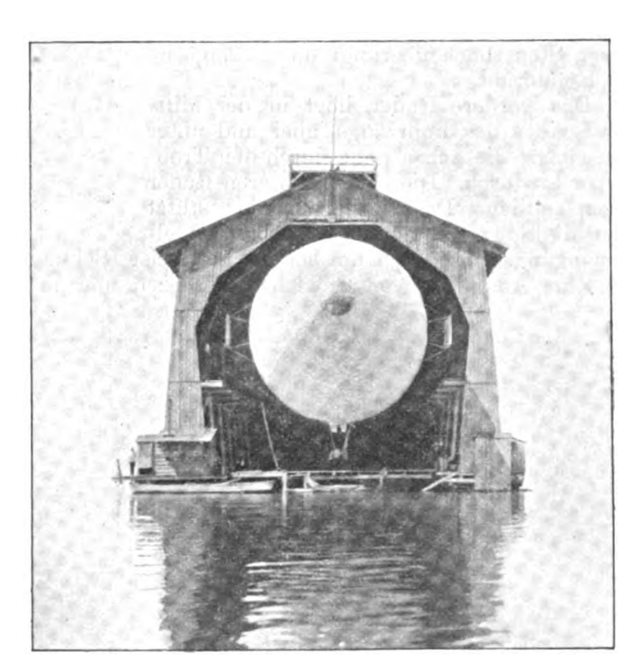
Der Aufstieg des Graf v. Zeppelin'schen Luftfahrzeugs.

Der erste Aufstieg des Graf *v. Zeppelin*'schen Luftfahrzeugs vor Manzell bei Friedrichshafen am Bodensee ging am Abend des 2. Juli glücklich von statten. Ehe wir über diese Probefahrt des Näheren berichten, mögen hier einige Angaben über die Konstruktion und Herstellung des Luftfahrzeugs Platz finden.

Das Luftschiff ist bekanntlich in einer schwimmenden Bauhütte auf dem Bodensee bei Manzell hergestellt worden (*D. p. J.* 1899 **313** * 94). In dieser eigenartigen Werkstatt arbeiteten 70 Zimmerleute an der Herstellung des Gerüstes, 30 Schlosser und Monteure an der Zusammensetzung des aus Aluminium bestehenden Gerippes. Das Ankerseil der Halle hat 50000 kg Bruchfestigkeit. Elf grosse, in gleicher Höhe angebrachte Fenster lassen das Licht in das Innere dringen. Die spitz zulaufende Montierungshalle allein kostete 200000 M. Das Luftschiff ist wohl das längste von allen, die bisher hergestellt wurden. Es besteht aus mehreren miteinander verbundenen Abteilungen. Die Beschädigung einer einzelnen Abteilung wird also nicht die Ausserbetriebstellung des ganzen Luftschiffes zur Folge haben. Die Ballonhülse ist zusammengesetzt aus 17 Ballons von 4 bezw. 8 m Länge und 11,3 m Durchmesser; sie sind aus bestem Material erbaut und vollständig undurchdringlich. Das Volumen aller Ballons zusammen beträgt demnach 11000 cbm. Die Ballons sind mit Wasserstoffgas, das aus den auf den Pontons sich befindenden Retorten geliefert wird, gefüllt. Die Tragkraft beträgt 12000 kg. Das Luftschiff wiegt einschliesslich Gondeln, Maschinen und Besatzung etwa 10000 kg. Die grösste dem Winde dargebotene Querschnittfläche beträgt rund 100 qm. Die 17 gasdichten Hüllen sind in einem von einer Aluminiumgitterkonstruktion gebildeten grossen Cylinder untergebracht.

Beiderseits etwa 25 m von den Enden entfernt, sind zwei Gondeln untergebracht, mit je einem 15pferdekräftigen Daimler-Motor, der durch eine starke Aluminiumgitterkonstruktion an dem Hüllengerüst befestigt ist. Untereinander sind die Gondeln noch durch eine Laufbrücke verbunden.

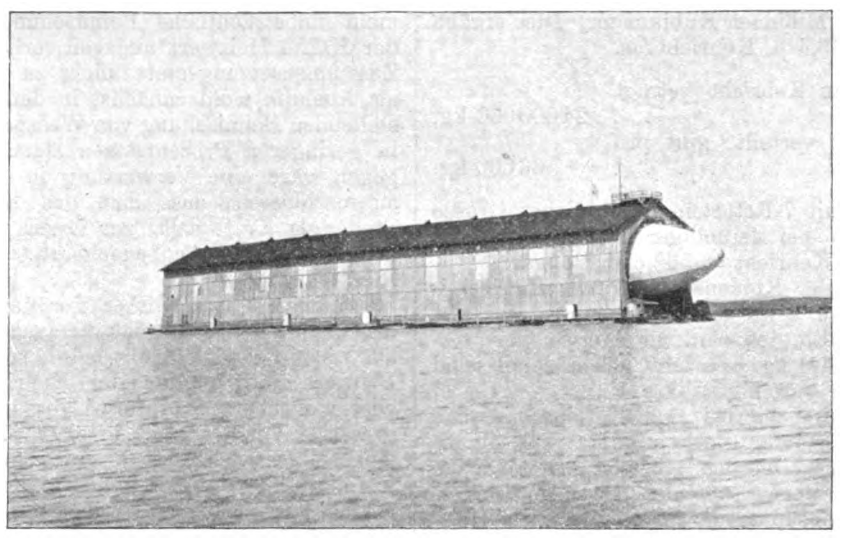
Die beiden Gondeln und der dieselbe verbindende Laufsteg sind aus Aluminiumblech hergestellt, der zur Aufnahme der 17 Ballons bestimmte Tragkörper bildet ein Gerippe aus **T**- und **U**-förmigen Aluminiumbalken, die nach Art der Quer- und Längsspanten eines Schiffes angeordnet und durch Nietung fest miteinander verbunden sind. Als Diagonalverband sind Kupferdrähte verwendet. Daneben sind Längs- und Querspanten durch ein straff gespanntes Netzwerk aus Ramieschnüren miteinander verbunden, das den Diagonalverband verstärkt. Das Netzwerk ist doppelt; ebenso sind die diagonalen Kupferdrähte analog den doppelten



Balken, aus denen die Spanten bestehen, doppelt geführt. Die Maschenweite des Netzes beträgt 10 cm. Das innere Netz dient als Widerlager für die Gasballons, welche, wenn sie eingebracht und gefüllt sind, die Steifigkeit des Ganzen erhöhen.

Um den Ballon gegen Regen, Sonnenbestrahlung und vor mechanischen Verletzungen zu schützen, ist derselbe aussen mit einem festen Baumwollstoff (Pegamoid) überzogen; der untere Teil ist vollkommen wasserdicht.





Die Fortbewegung des Ballons wird durch vier vierflügelige Luftschrauben aus Aluminium bewirkt, die paarweise seitlich am Ballon befestigt sind, und ihre Drehung mittels Kegelrädergetriebe von den in den Gondeln untergebrachten Motoren erhalten. Letztere sind gewöhnliche viercylindrige Daimler-Benzinmotoren mit elektrischer Zündung; die Arbeitscylinder sind aus Gusseisen, dagegen die Gehäuse aus Aluminium; die Tourenzahl der Motoren beträgt 700 in der Minute, diejenige der Luftschrauben 1100; die Uebertragung erfolgt, wie bemerkt, durch Kegelrädergetriebe mit hohlen Wellen aus Mannesmann-Röhren, die Kegelräder sind aus Rohleder, um eine Schmierung derselben während der Fahrt entbehrlich zu machen.

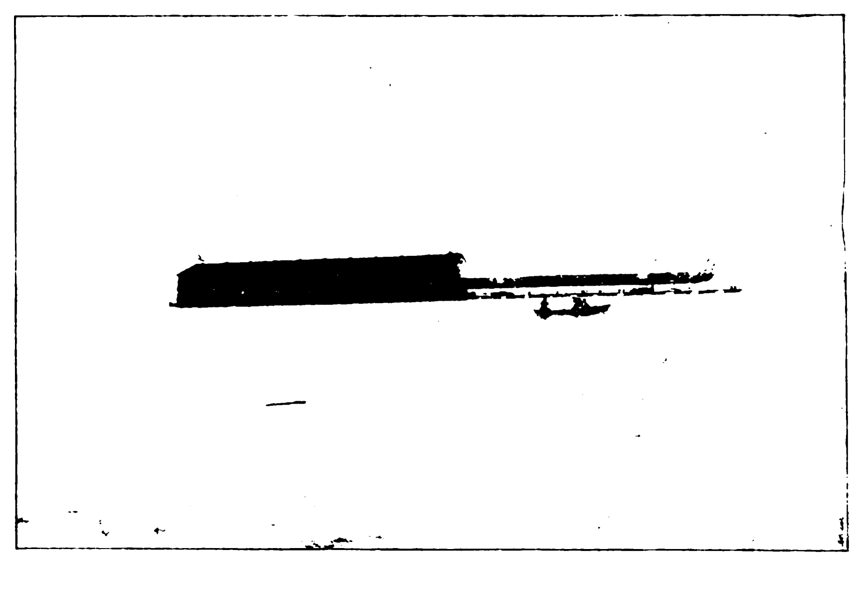
Das Kühlwasser erfährt in längs des Laufstegs angebrachten Kühlrohren eine Rückkühlung; der Benzinvorrat soll vorläufig einen 10stündigen Betrieb gestatten. *Zeppelin* ist mit den ihm zur Verfügung stehenden 30 PS seinen Vorgängern weit überlegen, denn es verfügte *Giffard* nur über 3,5, *Renard* und *Krebs* über 8,5 und *Schwarz* über 12 PS. Bei windstillem Wetter bewegt sich der Ballon 540 m in der Minute vorwärts oder 32,4 km in der Stunde. Seine Erhebungsfähigkeit wird auf 1100 m angegeben; als Belastung soll er 1900 kg tragen können.

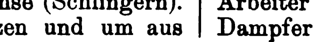
Die Steuerung des Luftschiffs geschieht mittels Steuerflächen, vertikal stehenden Segeln aus Pegamoid, das zwischen Aluminiumrahmen gespannt ist; die Verstellung dieser Steuerflächen erfolgt durch Zugseile aus Stahldraht.

Das vordere Ruder liegt in der Mittschiffsebene des Fahrzeugs über und unter demselben; die Achse geht durch den Tragkörper hindurch. Die beiden hinteren Ruder liegen seitlich. Das vordere Ruder stützt somit die Spitze des Schiffs etwas bei Pendelschwingungen desselben um seine Längsachse (Schlingern).

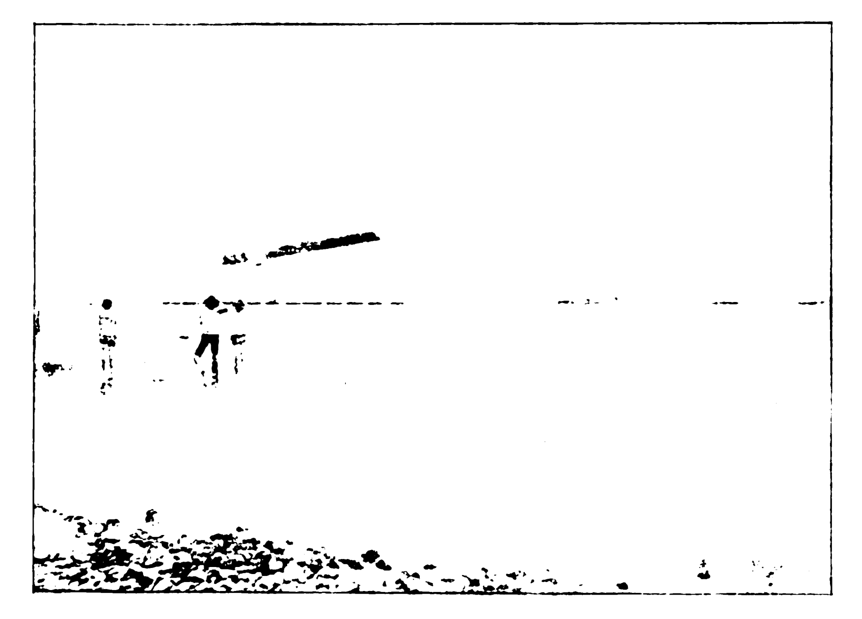
Zum Ausgleich von Gewichtsdifferenzen und um aus der horizontalen Lage der Schiffsachse in eine Schräglage derselben bis zu 5° gelangen und dadurch schräg auf- und schräg absteigen zu können, dient ein 300 kg schweres Laufgewicht aus Blei, das von den Gondeln aus mittels Zugseile auf dem die Gondeln verbindenden Laufstege verstellt werden kann; dadurch dass die 17 Einzelballons einzeln in sich geschlossen sind, ohne Kommunikation miteinander, ist bei Schräglage des Tragkörpers ein Aufsteigen der Gesamtgasmenge gegen die Ballonspitze ausgeschlossen, und das so sehr befürchtete Aufkippen des Tragkörpers verhütet.

Das Luftschiff ist in seiner Montierungshalle auf einem beweglichen Mittelfloss festgemacht, das herausgeschoben werden kann. Soll es eine Fahrt unternehmen, so schieben





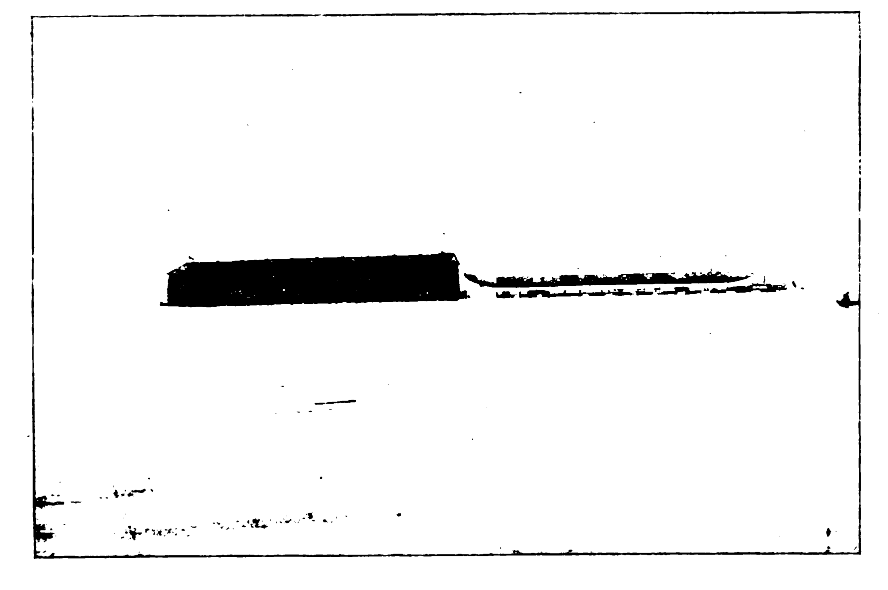
Arbeiter das Mittelfloss heraus, draussen nimmt es ein Dampfer in Tau und bringt es an die für den Aufstieg gewählte Stelle, die Halttaue werden gelöst und durch Mannschaften festgehalten. Ist alles fertig, so werden die Taue auf Kommando losgelassen, das Luftschiff schwebt langsam empor und die Maschinen setzen sich in Bewegung. Die Landung findet ebenfalls mit dem an bestimmter Stelle aufgestellten Mittelfloss statt, oder das Luftschiff setzt sich in der Nähe desselben aufs Wasser und wird dann nach dem Mittelfloss gefahren. Geplant wurde, in dem Viereck Immenstaad, Langenargen, Rorschach, Uttwyl mit dem Luftschiff zu manövrieren.



Zu eventuellen Hilfeleistungen ist ein Begleitdampfer bestimmt. Um die Bahn des Luftschiffs feststellen zu können, wurden terrestrische Beobachtungsstationen bei Schloss Hersberg, dem Dorfe Retterschen ob Kressbronn, Buchen bei Rorschach und oberhalb Uttwyl eingerichtet, von denen aus gleichzeitige Positionsbestimmungen gemacht wurden. Auf dem Belvedère der Montierungshalle und am Land sind Wetterbeobachtungsstationen installiert. Mehrere Tage vor dem ersten Auf-

stieg schwebte in Höhe zwischen 100 und 500 m ein kleinerer Fesselballon (*v. Siegsfeld*'scher Drachenballon) über Manzell, dessen Registrierinstrumente Aufschluss über die meteorologischen Verhältnisse dieser Luftschichte und damit über die für den Aufstieg günstigste Tagesstunde geben sollen. Halbstündliche Beobachtungen über die Windgeschwindigkeit sind mit Hilfe eines an dem Anemometer des Registrierballons angeschlossenen Telephons während mehrerer Tage und Nächte gemacht worden.

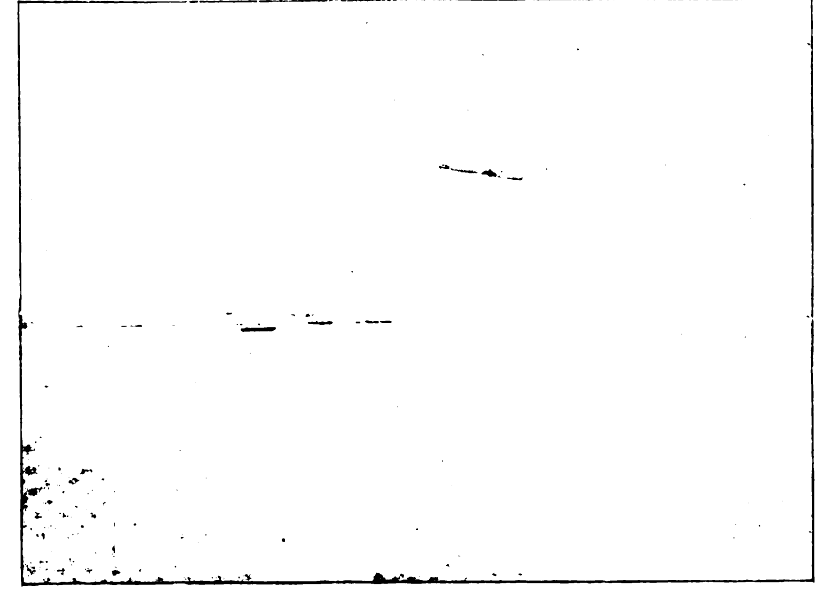
Für den ersten Probeaufstieg war der Nachmittag des 30. Juni ernstlich in Aussicht genommen, doch konnte der Plan trotz des dazu an diesem Abende besonders geeigneten Wetters bezw. Windes nicht ausgeführt werden, da die aus 2200 eisernen Gasflaschen zu bewirkende Füllung des Ballons nicht rechtzeitig vor Eintritt der Dunkelheit zu Ende geführt wurde. Der folgende Tag brachte einen ungünstigen Wind, erst am späten Abend des 2. Juli liess sich der von ernsten



Fachleuten, wie von Laien mit grosser Spannung erwartete Aufstieg in Scene setzen. — Der Aufstieg erfolgte um 8 Uhr 3 Minuten abends, nachdem das Fahrzeug etwa 20 Minuten vorher die Montierungshalle auf dem beweglichen Mittelfloss verlassen hatte. Das Mittelfloss und das darüber befindliche Luftschiff wurden von einer Dampfbarkasse langsam von der Montierungshalle frei geschleppt und in die zum Aufstieg passende Stellung gebracht, wobei grosse vorn und hinten auf dem Floss angebrachte Schlagruder, wie sie die Flösser gebrauchen, die Steuerung des Flosses unterstützten. An der Fahrt nahmen teil: Vordere Gondel: Generalleutnant z. D. Graf *v. Zeppelin* Leitung und Steuerräder, Freiherr *v. Bassus*-München für den aëronautischen Teil, Monteur *Gross*-Friedrichshafen Bedienung der Maschine. Hintere Gondel: der Weltreisende *Eugen Wolff* Befehlsübermittelung, Ingenieur *Burr* Bedienung der Maschine. Die Kommandoelemente, d. h. Steuer-, Gewicht-, Ventilzüge u. s. w. befinden sich alle in der vorderen Gondel. Nachdem der Ballon etwa eine Höhe von 25 m erreicht hatte, wurden die 32 Haltseile losgelassen. Zuerst trieb das Fahrzeug vor dem leichten Ostwinde, welcher herrschte, etwas ab; als aber die Maschinen angelassen wurden, hielt es gegen den Wind, drehte dann nach rechts und links und fuhr danach vor dem Winde, dabei gelegentlich hin und her wendend bis nach Immenstaad, der nächsten Dampfbootlandestelle hinunter. Während dieser Fahrt brach ein Steuerseil. Es gelang noch, das Fahrzeug nach links gegen den Wind zu steuern; nach rechts liess sich aber, infolge des gebrochenen Taues, nicht mehr steuern und Graf *v. Zeppelin* entschloss sich infolgedessen zur Landung, die 8 Uhr 20 Minuten, also 17 Minuten nach dem Aufstieg, nahe der Küste erfolgte.

Nachdem Floss und Luftschiff durch eine Leine miteinander verbunden waren, wurde das letztere in Position geholt und die Haltetaue auf das Floss gegeben. Das Luftschiff stand dabei hinter demselben, es mit der Spitze überragend. Sobald die ersten Halttaupaare gefasst waren, wurde der Rest des Ballastes (etwa 250 kg) ausgeworfen und das Kühlwasser der Maschinen entfernt: das Luftschiff hob sich von der Wasseroberfläche mit einem leichten Ruck und wurde von den Mannschaften mit kleiner Mühe über das Landungsfloss gezogen und befestigt. Um 1 Uhr nachts war der Ballon wieder in seiner Halle untergebracht.

Als Ergebnis der ersten Fahrt darf das Folgende gelten: Die statischen Verhältnisse des Ballons entsprechen vollkommen den gehegten Erwartungen und den zu stellenden Ansprüchen; Auf- und Abstieg vollzogen sich tadellos, auch das Laufgewicht funktionierte gut. Die gewonnenen Resultate sind als ein wertvoller Beitrag zur Lösung des Problems der Lenkbarkeit des Luftballons anzusehen. Es wurden eine Höhe von etwa 250 m und eine Geschwindigkeit von etwa 8 m in der Sekunde (mit dem Winde) erreicht. Die Füllungskosten des 11 000 cbm fassenden Ballons betragen bei einem Preise von 0,85 M. pro Cubikmeter Wasserstoffgas etwa 10 000 M. Mancherlei Anfechtungen gegenüber mag hier betont sein, dass die Höhe der Herstellungskosten (1 Million Mark) und diejenige der jedesmaligen Füllung den Wert des grossartigen Versuchs nicht schmälern können.



Kleinere Mitteilungen.

Promotionsordnung für die Erteilung der Würde eines Doktor-Ingenieurs durch die technischen Hochschulen Preussens.

Die Promotion zum Doktor-Ingenieur ist, wie im „Deutschen Reichs- und Preuss. Staats-Anzeiger" vom 19. Juni 1900 veröffentlicht wird, an folgende von dem Bewerber zu erfüllende Bedingungen geknüpft:

§ 1. 1. Die Beibringung des Reifezeugnisses eines deutschen Gymnasiums oder Realgymnasiums oder einer deutschen Oberrealschule. Welche Reifezeugnisse noch sonst als gleichwertig mit den vorbezeichneten Reifezeugnissen zuzulassen sind, bleibt der Entschliessung des vorgeordneten Ministeriums vorbehalten. 2. Den Ausweis über die Erlangung des Grades eines Diplom-Ingenieurs nach Massgabe der Bestimmungen, welche das vorgeordnete Ministerium hierüber erlassen wird. 3. Die Einreichung einer in deutscher Sprache abgefassten wissenschaftlichen Abhandlung (Dissertation), welche die Befähigung des Bewerbers zum selbständigen wissenschaftlichen Arbeiten auf technischem Gebiete darthut. Dieselbe muss einem Zweige der technischen Wissenschaften angehören, für welchen eine Diplomprüfung an der Technischen Hochschule besteht. Die Diplomarbeit kann nicht als Doktordissertation verwandt werden. 4. Die Ablegung einer mündlichen Prüfung. 5. Die Entrichtung einer Prüfungsgebühr im Betrage von 240 Mark.

§ 2. Das Gesuch um Verleihung der Würde eines Doktor-Ingenieurs ist schriftlich an Rektor und Senat zu richten. Dem Gesuche sind beizufügen: a) Ein Abriss des Lebens- und Bildungsganges des Bewerbers. b) Die Schriftstücke in Urschrift, durch welche der Nachweis der Erfüllung der in § 1 Ziffer 1 und 2 genannten Bedingungen zu erbringen ist. c) Die Dissertation mit einer eidesstattlichen Erklärung, dass der Bewerber sie, abgesehen von den von ihm zu bezeichnenden Hilfsmitteln, selbstständig verfasst hat. d) Ein amtliches Führungszeugnis. Gleichzeitig ist die Hälfte der Prüfungsgebühr als erster Teilbetrag an die Kasse der Hochschule zu entrichten.

§ 3. Rektor und Senat überweisen das Gesuch, falls sich keine Bedenken ergeben, an das Kollegium derjenigen Abteilung, in deren Lehrgebiet der in der Dissertation behandelte Gegenstand vorzugsweise einschlägt, mit dem Auftrage, aus seiner Mitte eine Prüfungskommission mit einem Vorsitzenden, einem Referenten und einem Korreferenten zu bestellen. In besonderen Fällen kann auch ein Dozent, welcher dem Abteilungskollegium nicht angehört, oder ein Professor oder Dozent einer anderen Abteilung in die Kommission berufen werden.

§ 4. Nach Prüfung der Vorlagen durch die Kommission erstattet der Vorsitzende an das Abteilungskollegium einen schriftlichen Bericht, welcher nebst der Dissertation und den von dem Referenten und dem Korreferenten abgefassten Gutachten über dieselbe bei sämtlichen Mitgliedern des Abteilungskollegiums in Umlauf zu setzen ist. Hierauf entscheidet das Kollegium in einer Sitzung über die Annahme der Dissertation und bestimmt bei günstigem Ausfall die Zeit für die mündliche Prüfung. Der Restbetrag der Prüfungsgebühr ist vor der mündlichen Prüfung zu entrichten.

§ 5. Zu der mündlichen Prüfung sind einzuladen: das vorgeordnete Ministerium bezw. dessen ständiger Kommissar, Rektor und Senat, sowie sämtliche Professoren und Dozenten der beteiligten Abteilung. Ausserdem hat jeder Lehrer einer deutschen technischen Hochschule oder Universität zu derselben Zutritt. Die mündliche Prüfung, welche mit jedem Bewerber einzeln vorzunehmen ist, wird von dem Vorsitzenden geleitet. Sie muss mindestens eine Stunde dauern und erstreckt sich, ausgehend von dem in der Dissertation behandelten Gegenstand, über das betreffende Fachgebiet.

§ 6. Unmittelbar nach beendeter Prüfung entscheidet das Abteilungskollegium auf den Bericht der Prüfungskommission in einer Sitzung darüber, ob und mit welchem der drei Prädikate: „Bestanden", „Gut bestanden", „Mit Auszeichnung bestanden" die Prüfung als bestanden zu erklären und die Erteilung der Würde eines Doktor-Ingenieurs an den Bewerber bei Rektor und Senat zu beantragen ist. Der Senat fasst in seiner nächsten Sitzung über den Antrag des Abteilungskollegiums Beschluss.

§ 7. Der Beschluss des Senats wird dem Bewerber durch den Rektor mitgeteilt. Das Doktor-Ingenieur-Diplom wird ihm jedoch erst ausgehändigt, nachdem er 200 Abdrucke der als Dissertation anerkannten Schrift eingereicht hat. Vor der Aushändigung des Diploms hat er nicht das Recht, sich Doktor-Ingenieur zu nennen. Die eingereichten Abdrucke müssen ein besonderes Titelblatt tragen, auf dem die Abhandlung unter Nennung der Namen des Referenten und des Korreferenten ausdrücklich bezeichnet ist als: von der Technischen Hochschule... zur Erlangung der Würde eines Doktor-Ingenieurs genehmigte Dissertation.

§ 8. Das Doktor-Ingenieur-Diplom nach dem in Anlage I enthaltenen Muster wird im Namen von Rektor und Senat ausgestellt und von dem Rektor eigenhändig unterzeichnet. Ein Abdruck des Diploms wird 14 Tage lang am schwarzen Brett des Senats ausgehängt. Die erfolgten Promotionen werden nach Massgabe des in der Anlage II enthaltenen Musters halbjährlich im „Reichs-Anzeiger" veröffentlicht.

§ 9. Die Hälfte der Prüfungsgebühr wird nach Abzug der erwachsenen sächlichen Kosten (z. B. der aus § 8 Abs. 1 erwachsenen Auslagen, der Vergütungen für Bureauarbeiten und sonstige Dienstleistungen) zu einer Kasse für allgemeine Zwecke der Hochschule (z. B. Hilfskassen, studentische Krankenkasse, Unterstützung von Studienveröffentlichungen und sonstigen wissenschaftlichen Arbeiten von Studierenden, Ehrengaben etc.), welche zur Verfügung des Senats steht, vereinnahmt. Die andere Hälfte der Gebühr wird unter die Mitglieder der Prüfungskommission nach einer vom Senat zu erlassenden allgemeinen Anordnung verteilt.

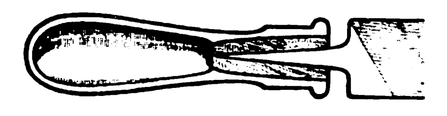
§ 10. Bedürftigen und besonders würdigen Bewerbern kann der zweite Teilbetrag (§ 4 letzter Absatz) der Prüfungsgebühr auf Vorschlag der Abteilung vom Senat erlassen werden.

§ 11. Von dem Nichtbestehen der Prüfung oder von der Abweisung eines Bewerbers ist sämtlichen deutschen technischen Hochschulen vertrauliche Mitteilung zu machen. Eine abermalige Bewerbung ist nur einmal und nicht vor Ablauf eines Jahres zulässig. Dies gilt auch, wenn die erste erfolglose Bewerbung an einer anderen Hochschule stattgefunden hat. War die erste Bewerbung an der nämlichen Hochschule erfolgt und war bei derselben die Dissertation angenommen worden, aber die mündliche Prüfung ungünstig ausgefallen, so ist nur die letztere zu wiederholen und nur der zweite Teilbetrag der Prüfungsgebühr nochmals zu entrichten.

§ 12. In Anerkennung hervorragender Verdienste um die Förderung der technischen Wissenschaften kann auf einstimmigen Antrag einer Abteilung durch Beschluss von Rektor und Senat unter Benachrichtigung der übrigen deutschen technischen Hochschulen die Würde eines Doktor-Ingenieurs Ehren halber als seltene Auszeichnung verliehen werden.

Eingesandt.

Wacker's Aluminiumwerkzeugheft für die Werkstätten aller Branchen ist die letzte Neuheit auf dem Arbeitstisch des Praktikers, und erfüllt dasselbe alle Anforderungen an Leichtigkeit, Unverwüstlichkeit und Billigkeit. Weil aus zähestem Material, ist ein Springen absolut ausgeschlossen, ebenso das Abstossen des Heftkopfes



durch Ankanten. Das Werkzeug sitzt im Holzkern eisenfest; letzterer kann, falls durch sehr häufigen Wechsel des Werkzeuges abgenutzt, vom Arbeiter selbst sofort und bequem mittels eines beliebigen Holzstückes erneuert werden, daher nur einmalige Anschaffung nötig auf Jahrzehnte hinaus. Durch das geringe Gewicht wird der Arm auch bei andauerndem Arbeiten nicht ermüdet, und die Handfläche bleibt kühl.

Zuschrift an die Redaktion.

(Unter Verantwortlichkeit der Einsender.)

In der Zusammenstellung des Herrn Dr. *L. Sell* in Charlottenburg, welche in Bd. 302 S.* 195 in dieser Zeitschrift erschien, ist die *Möller-Pfeifer*'sche Trockeneinrichtung eingehend behandelt worden, und zwar mit der Einleitung, dass diese Konstruktion nach der früheren *Bock*'schen Konstruktion *wieder erfunden* worden sei. Es wird deshalb zur Sache bemerkt, dass die von Dr. *Sell* ausgesprochene Annahme irrig ist, wie dies aus dem Urteil des Reichsgerichtes in dieser Patentstreitsache hervorgeht. Das Reichsgericht hat nach zweijähriger Verhandlung gleichmässig mit dem Patentamt klargestellt, dass *die Möller-Pfeifer-sche Einrichtung nicht identisch ist mit der früheren Bock'schen Konstruktion.* Unter Benutzung bekannter physikalischer Grundsätze ist in dem *Möller* und *Pfeifer*'schen Kanal ein hervorragender neuer technischer Erfolg erzielt. Von der *Möller-Pfeifer*schen Konstruktion ist eine grosse Zahl Apparate über Deutschland und die europäischen Länder und über eine Reihe Orte aussereuropäischer Länder verbreitet.

Berlin, den 9. Juni 1900. *Möller und Pfeifer.*

Arnold Bergsträsser Verlagsbuchhandlung (A. Kröner) Stuttgart.
Druck der Union Deutsche Verlagsgesellschaft ebendaselbst.



DINGLERS
POLYTECHNISCHES JOURNAL.

81. Jahrg., Bd. 315, Heft 30. Stuttgart, 28. Juli 1900.

Jährlich 52 Hefte in Quart. **Abonnementspreis** vierteljährlich 6 M., direkt franko unter Kreuzband für Deutschland und Oesterreich 6 M. 65 Pf., für das Ausland 7 M. 30 Pf. Redaktionelle Sendungen und Mitteilungen bittet man zu richten: An die Redaktion von „Dinglers Polytechn. Journal" in Stuttgart, die Expedition betreffende Schreiben an Arnold Bergsträsser Verlagsbuchhandlung (A. Kröner) Stuttgart.



Die Elektrolyse der Alkalichloridlösungen in der industriellen Praxis.

Von Prof. Dr. **C. Häussermann**, Stuttgart.

Wiewohl man schon seit geraumer Zeit weiss, dass die Chloride der Alkalimetalle durch den Gleichstrom unter Bildung sehr verschiedenartiger Produkte zersetzt werden können, so ist es doch erst im Laufe des letzten Dezenniums gelungen, diese eigenartige Wirkung der Elektrizität gewerblich zu verwerten. Allerdings musste jeder Versuch, die älteren, rein chemischen Methoden zur „Salzzersetzung" durch elektrochemische verdrängen zu wollen, völlig aussichtslos erscheinen, so lange die Dynamomaschine nicht erfunden war. Aber auch nachdem billige Stromquellen zur Verfügung standen, bedurfte es noch vielfacher Bemühungen, bis die Schwierigkeiten, welche sich der Uebertragung der zunächst im Laboratorium ausgearbeiteten Verfahren in die Fabrikpraxis entgegenstellten, endgültig überwunden waren. Nachdem jetzt dieses Ziel erreicht ist, erscheint eine gedrängte Darstellung des gegenwärtigen Standes der „elektrolytischen Salzzersetzung" auch in dieser Zeitschrift um so mehr gerechtfertigt, als die „Salzelektrolyse" sehr tief greifende Umwälzungen auf einem wichtigen Gebiete der chemischen Grossindustrie hervorgerufen hat.

In Anbetracht der Thatsache, dass sich die elektrochemische Technik unbeeinflusst von jeder Theorie in vollkommen selbständiger Weise entwickelt hat, wurde auch im nachstehenden den theoretischen Betrachtungen über die physikalisch-chemischen Vorgänge bei der Elektrolyse kein breiterer Raum gewährt. Nur soweit es zur Klarlegung einzelner Erscheinungen erforderlich erschien, ist die elektrolytische Dissociationstheorie herangezogen worden, während im übrigen durchaus der Standpunkt des Technologen festgehalten wurde.

Wie vor Eintritt in die Beschreibung der Verfahren zur Herstellung der hier in Betracht kommenden Produkte hervorgehoben werden muss, leiten die Alkalimetallchloride, wie die meisten übrigen Elektrolyte, die Elektrizität nur, wenn sie sich im flüssigen Zustand befinden. Verflüssigt man die genannten Chloride durch Zufuhr von Wärme und leitet man dann den Strom durch die geschmolzene Masse, so scheidet sich an der Kathode Metall und an der Anode Chlor ab; die Schmelzflusselektrolyse der Alkalichloride ist jedoch bis jetzt nicht mit dauerndem Erfolg im grossen durchgeführt worden und bleibt deshalb hier unberücksichtigt.

Auch der Durchgang des Stromes durch die wässerige Lösung des Chlorkaliums oder des Chlornatriums hat die Wanderung des Metalls nach der Kathode und des Halogens nach der Anode zur Folge. Es gelingt aber nur bei Einhaltung bestimmter Vorsichtsmassregeln, Metall als solches abzuscheiden, weil Kalium und Natrium unter gewöhnlichen Verhältnissen sofort auf das als Lösungsmittel für die Salze benutzte Wasser einwirken und dabei unter Wasserstoffgasentwickelung Alkalihydrate liefern [1]). Sofern die Alkalihydrate mit dem an der Anode frei werdenden Chlorgas zusammentreffen, gehen sie in Hypochlorite über, welch letztere dann ihrerseits einer nachträglichen Umwandlung in Chlorat bezw. in Perchlorat fähig sind.

Die Behauptung, dass elementares Alkalimetall unter allen Umständen als primäres Produkt der Elektrolyse auftritt, ist allerdings nicht ganz streng bewiesen; immerhin erklärt sich aber die Entstehung so verschiedenartiger Endprodukte aus einem und demselben Ausgangsmaterial auf Grund dieser Annahme am leichtesten.

In Bezug auf die allgemeinen Gesichtspunkte, welche für die Konstruktion und Betriebsweise der zur Salzelektrolyse bestimmten Apparate ausschlaggebend sind, ist folgendes zu bemerken:

Das zur Aufnahme der Salzlösung dienende Gefäss, welches in Verbindung mit den Elektroden und den sonstigen Erfordernissen ein elektrolytisches „Bad" oder eine „Zersetzungszelle" bildet, muss, falls es mit Hypochlorit oder mit Chlorgas in unmittelbare Berührung gelangt, stets aus chlorbeständigem Material — am besten aus Steinzeugmasse oder aus Cement u. s. w. — hergestellt werden. Anderenfalls kann es aus Guss- oder Schmiedeeisen bestehen. Für die Anode kommt ausschliesslich Platin bezw. eine Legierung von Platin mit 10 % Iridium, sowie graphitische Kohle in Betracht; die zuletzt genannte Substanz ist jedoch bloss bedingungsweise verwendbar, weil sie von Chlorsauerstoffverbindungen rasch angegriffen wird und nur dem reinen Chlorgas eine Zeit lang widersteht.

Sehr viel grösser ist der Spielraum bei der Wahl des Materials für die Kathode, indem hierfür die Mehrzahl der metallisch leitenden Stoffe benutzt werden kann.

Ob man die Salzlösung im verdünnten oder im konzentrierten Zustand elektrolysiert, ist für die Natur der resultierenden Endprodukte ziemlich belanglos. Weil aber die Lösungen der Alkalichloride, wie diejenigen der meisten übrigen Elektrolyte um so besser leiten, je konzentrierter sie sind, so verwendet man möglichst gesättigte Salzlösungen, falls auf Alkalihydrat und Chlorgas oder auf Chlorat gearbeitet werden soll, während sich speziell für die Herstellung von Natriumhypochlorit eine etwa 10 %ige Chlornatriumlösung wirtschaftlich am vorteilhaftesten erwiesen hat.

Von grösserem Einfluss als die Konzentration ist die Temperatur: handelt es sich darum, nur Hypochlorit zu erzeugen, so ist jede Erwärmung der Flüssigkeit thunlichst zu vermeiden, da sonst mehr oder weniger beträchtliche Verluste an dem bereits gebildeten Produkt stattfinden.

Wenn man dagegen Alkalihydrat und Chlorgas oder Chlorat erhalten will, so ist es von Vorteil, die Flüssigkeiten im heissen Zustand der Wirkung des Stroms auszusetzen, da der Widerstand der Elektrolyte mit steigender Temperatur abnimmt.

Damit der Prozess der Elektrolyse vor sich geht, muss die Spannungsdifferenz zwischen der Kathode und der Anode — die sogen. Bad- oder Klemmenspannung — mindestens auf die Höhe der Zersetzungsspannung der Alkali-

[1]) Aus einer Lösung von Chlorlithium in Pyridin scheidet sich an der Kathode metallisches Lithium ab (*Chemiker-Zeitung*, Rep. 1900 S. 98).

chloride = 2,2 Volt gebracht bezw. auf dieser Höhe gehalten werden. Unterhalb dieses Grenzwertes findet kein Stromdurchgang statt; eine Erhöhung der Badspannung hat zwar eine Vermehrung der in der Zeiteinheit nach den Elektroden wandernden Teilchen, aber auch eine steigende Entwickelung von *Joule*'scher Wärme zur Folge. Der Spannungsaufwand, welcher für die Durchführung der praktisch bewährten Verfahren erforderlich ist, beträgt 4 bis 5 Volt pro Bad, während die Stromdichte, d. h. die Zahl der Ampère, welche pro 1 qm der wirksamen Kathoden- oder Anodenoberfläche die Strombahn passieren, innerhalb sehr weiter Grenzen schwankt. Da die Stromstärke in allen aufeinander folgenden Leiterquerschnitten stets die gleiche bleibt, so lassen sich erforderlichenfalls ungleiche Stromdichten dadurch erzielen, dass man in einem und demselben Bad Elektroden von verschieden grosser Oberfläche verwendet[2]).

Das Verhältnis zwischen der Stromstärke einerseits und der in Freiheit gesetzten Metall- und Chlormenge andererseits, ist durch das *Faraday*'sche Gesetz festgelegt und liefert 1 Ampère-Stunde theoretisch 1,459 g Kalium bezw. 0,859 g Natrium und 1,322 g Chlor. Die thatsächlich erreichbaren Ausbeuten bleiben aber hinter den auf Grund dieser Zahlen berechneten um 10 bis 50 % zurück, weil stets Nebenreaktionen stattfinden, welche zwar durch geeignete Massnahmen hintangehalten, jedoch nicht vollständig verhindert werden können. Trotzdem lassen sich die Hypochlorite, die Chlorate und die Perchlorate der Alkalimetalle, sowie die Alkalihydrate und das freie Chlor vorteilhafter auf elektrolytischem Weg als durch Umsetzungen im Sinne der alten chemischen Verwandtschaftslehre herstellen und erklärt sich diese Thatsache durch die relative Einfachheit und Billigkeit des elektrischen Betriebes, sowie dadurch, dass die sonst auftretenden wertlosen oder gar lästigen „Fabrikationsrückstände" ganz in Wegfall kommen.

Unter welchen besonderen Bedingungen die Alkalichloridlösungen behufs Gewinnung der oben genannten Produkte der Elektrolyse unterworfen werden, geht aus den sich anschliessenden Einzelbeschreibungen hervor.

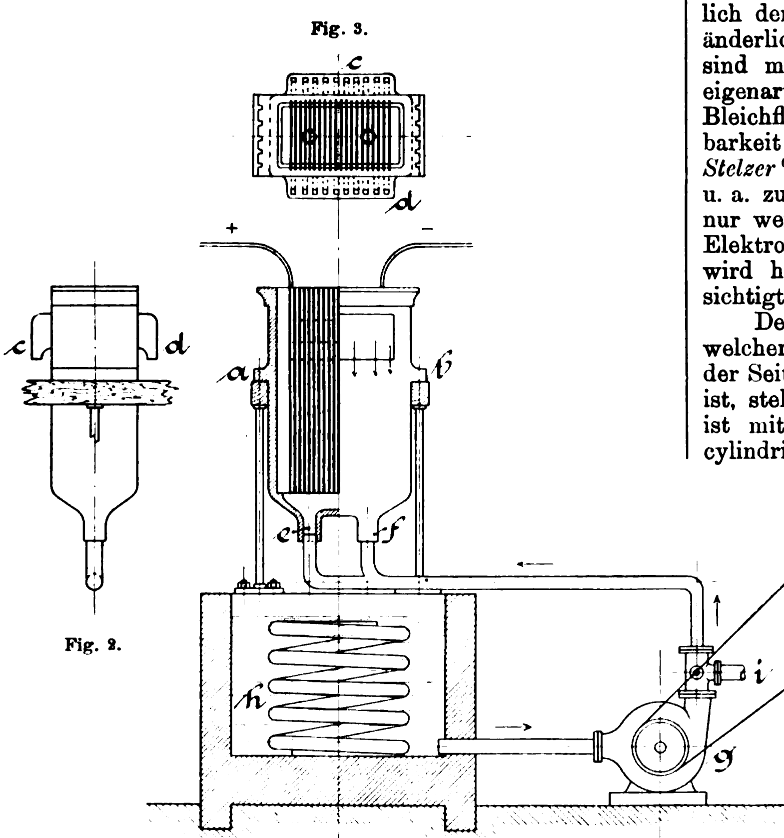


Fig. 3.

Fig. 2.

Fig. 1.

[2]) Bei Versuchsarbeiten bezieht man die Stromdichte gewöhnlich auf 1 qdm.

a) Hypochlorit.

Das Natriumhypochlorit wird in gleichem Sinn wie Chlorkalk zum Bleichen von pflanzlichen Fasermaterialien benutzt und kommt zu diesem Zweck stets in Form sehr verdünnter Lösungen zur Verwendung[3]).

Veranlasst durch die Beobachtung, dass das zuerst genannte Agens bessere Resultate als Chlorkalk liefert, arbeiten einzelne Bleichereien schon seit einer Reihe von Jahren mit Natriumhypochloritlösung, welche sie durch Umsetzen von Chlorkalk- mit Sodalösung gewinnen (sogen. Chlorsoda).

In den letzten Monaten ist eine grössere Anzahl von Etablissements dieser Art dazu übergegangen, die Bleichflüssigkeit auf elektrolytischem Weg im eignen Betrieb herzustellen.

Die elektrolytische Erzeugung von Natriumhypochlorit aus wässeriger Kochsalzlösung beruht auf der Wechselwirkung zwischen Natronhydrat und Chlor bei niedriger Temperatur und geht in der Weise vor sich, dass das an der Kathode sekundär gebildete Natronhydrat in der Flüssigkeit diffundiert und so nach der Anode gelangt, an welcher sich das Chlor ansammelt. Beide Körper wirken dann unter teilweiser Rückbildung von Chlornatrium im Sinn der atomistischen Gleichung:

$$2NaOH + 2Cl = NaOCl + NaCl + H_2O$$

aufeinander ein.

Um eine gute Stromausbeute zu erzielen, muss namentlich dem Umstand, dass das Hypochlorit ein leicht veränderlicher Körper ist, Rechnung getragen werden und sind mit Rücksicht hierauf von verschiedenen Erfindern eigenartige Bäder zur elektrolytischen Herstellung von Bleichflüssigkeit konstruiert worden. Da über die Brauchbarkeit der von *Haas* und *Oettel*[4]), von *Haas*[5]), von *Stelzer*[6]), von *Vogelsang*[7]), von *P. Schoop*[8]), von *Stelzer*[9]) u. a. zu diesem Zweck vorgeschlagenen Apparate bis jetzt nur wenig verlautet hat[10]), während sich der *Kellner*'sche Elektrolyser mehr und mehr in die Praxis einführt, so wird hier nur die zuletzt genannte Vorrichtung berücksichtigt und an Hand von Abbildungen erläutert.

Der wesentlichste Teil des *Kellner*'schen Elektrolysers, welcher in Fig. 1 im halbgeöffneten Aufriss, in Fig. 2 in der Seitenansicht und in Fig. 3 in der Aufsicht abgebildet ist, stellt ein prismatisches Steinzeuggefäss dar. Dasselbe ist mit zwei Ansätzen *a* und *b* zum Aufhängen, zwei cylindrischen Stutzen *e* und *f* für die Zuleitung und zwei rechteckigen Stutzen *c* und *d* für die Ableitung der Salzlösung versehen und ausserdem zur Aufnahme einer grösseren Anzahl von Elektroden bestimmt.

Die beiden endständigen Elektroden, durch welche der Strom zu- und abgeleitet wird, bestehen aus einem Gewebe von Platiniridiumdraht; alle übrigen Elektroden (10 oder 20, je nach der Grösse des Steinzeuggefässes bezw. je nach der Leistungsfähigkeit des Elektrolysers) werden dagegen aus Glasplatten gebildet, welche auf beiden Flächen mit Platiniridiumdraht umwickelt sind[11]). Jede dieser Platten

[3]) Kaliumhypochlorit findet zur Zeit keine gewerbliche Verwendung.

[4]) D. R. P. Nr. 101 296.

[5]) D. R. P. Nr. 105 054.

[6]) D. R. P. Nr. 111 574.

[7]) *Die Chemische Industrie*, 1899 S. 265.

[8]) D. P. A. (*Sch.*) Nr. 14 989, Kl. 12.

[9]) D. P. A. (*St.*) Nr. 5819, Kl. 12.

[10]) Die von einigen Erfindern wegen des billigeren Preises benutzten Kohlenanoden haben sich nicht bewährt.

[11]) D. R. P. Nr. 104 443. Anstatt die Glasplatten mit Draht zu umwickeln, kann man sie auch mit einem Gewebe aus der genannten Legierung derart bespannen, dass der Metallbelag der einen Fläche mit dem der anderen Fläche stromleitend verbunden ist.



ist für sich in die an den Längsseiten des Gefässes vorgesehenen Auszackungen eingesetzt und seitlich durch Gummistreifen abgedichtet.

Die zwischen je zwei Platten befindlichen schmalen Zwischenräume werden durch die cylindrischen Stutzen *c* und *f* von unten her mit Salzlösung angefüllt und stellen dann, da keine der Platten mit der anderen in metallischer Verbindung steht, eine entsprechende Anzahl von hintereinander geschalteten Bädern mit doppelpoligen Elektroden oder sogen. Mittelleitern dar.

Sobald an den endständigen Elektroden eine ausreichende Spannungsdifferenz wirkt, geht ein Strom durch die ganze Reihe der Bäder, indem der Drahtbelag der einen Fläche sämtlicher Elektroden positive, jener der anderen Fläche negative Elektroden bildet.

Diese Anordnung gewährt u. a. den Vorteil, dass eine grosse Anzahl von Bädern auf einer verhältnismässig kleinen Grundfläche aufgestellt werden kann, und dass die dem raschen Verschleiss ausgesetzten Metallkontakte, welche zur Verbindung von in gewöhnlicher Weise hintereinander geschalteten Einzelbädern erforderlich sind, vollständig in Wegfall kommen.

Für den *Kellner*'schen Elektrolyser hat sich eine Spannung von etwa 5 Volt pro Bad als die vorteilhafteste erwiesen und benötigt demgemäss ein Apparat mit 10 Bädern = 50 Volt, ein solcher mit 20 Bädern = 100 Volt Betriebsspannung. Bei Verwendung einer Salzlösung, welche etwa 110 kg in 1 cbm enthält, beträgt die Stromstärke in einem Apparat von gewöhnlichen Abmessungen etwa 120 Ampère, falls die Temperatur der Flüssigkeit 15 bis 20° nicht wesentlich übersteigt.

Um der schon nach kurzer Zeit eintretenden Erwärmung vorzubeugen, muss die Flüssigkeit während der ganzen Dauer der Elektrolyse energisch abgekühlt werden.

In dieser Absicht setzt man gleich bei Beginn der Operation die Zentrifugalpumpe *g* in Bewegung. Die dadurch aus *h* angesaugte und gehobene frische Salzlösung tritt durch die Stutzen *c* und *f* in den Elektrolyser ein, verdrängt die daselbst befindliche Lösung und fliesst dann, wie diese, durch die Stutzen *c* und *d* über, um sich in dem Reservoir *h* anzusammeln. In dem letzteren, in welches eine von kaltem Wasser durchströmte Bleischlange eingesetzt ist, kühlt sich die Flüssigkeit ab, bevor sie von neuem dem Elektrolyser zugeführt wird. Man setzt die Zirkulation so lange fort, bis der gewünschte Gehalt an bleichendem Chlor erreicht ist, und befördert schliesslich die fertige Lösung durch Umstellen des in die Druckleitung eingeschalteten Dreiwegehahns *i* nach dem Vorratsgefäss.

Durch ausgiebige Kühlung wird nicht nur die Umwandlung von Hypochlorit in Chlorat, sondern auch die an der Kathode stattfindende Rückbildung von Chlorid aus Hypochlorit erschwert. Allerdings wirkt der kathodische Wasserstoff auch bei niedriger Temperatur reduzierend auf Hypochlorit ein; die hohe Stromdichte, welche durch die kleine Oberfläche der Kathoden gesichert ist, hat aber zur Folge, dass der grössere Teil des Wasserstoffs in Blasenform entweicht, bevor er mit dem Hypochlorit in Berührung gelangt [12]). Enthält die Salzlösung, wie dies in der Regel der Fall ist, nennenswerte Mengen von Kalk in Form von Gips u. s. w., so bedecken sich die Kathoden mit einer allmählich stärker werdenden Schicht von Kalkhydrat, wodurch der Stromdurchgang erschwert wird. Es erscheint dann angezeigt, die Stromrichtung zu wechseln und dadurch das Kalkhydrat in Form von Hypochlorit oder Chlorat in Lösung zu bringen. Bei dem *Kellner*'schen Elektrolyser kann dieser Wechsel ohne weiteres vorgenommen werden, weil die beiderseitigen Elektroden aus Platiniridium bestehen.

Die sofort nach Ingangsetzung des Apparates an der Anode bemerkbare schwache Chlorgasentwickelung hört auf, sobald eine erhebliche Menge von Alkali in der Lösung diffundiert ist, und an Stelle des Chlors entweichen dann einzelne Bläschen von Sauerstoffgas.

[12]) Näheres über die verschiedenen bei der elektrolytischen Herstellung von Bleichflüssigkeit in Betracht kommenden Verhältnisse vgl. *F. Foerster, Die Chemische Industrie*, 1899 S. 501, 534; ferner *Sieverts, Zeitschrift für Elektrochemie*, Jahrg. 6 S. 364, 374; *Lorenz* und *Wehrlin*, ibidem S. 389, 410, 419, 445, 461.

Da Hypochlorit durch anodischen Sauerstoff zu Chlorat oxydiert wird, so ist auch für die Anode eine hohe Stromdichte angezeigt.

Durch alle diese Vorgänge wird aber der für die Hypochloritbildung verwandte Teil des Stroms in dem Mass herabgedrückt, als die Menge des Hypochlorits zunimmt, und bei einem Gehalt der Lösung von etwa 25 g „bleichendem Chlor" pro 1 l tritt ein Gleichgewichtszustand ein, bei welchem auch bei fortgesetztem Elektrolysieren keine weitere Zunahme erfolgt [13]).

Hierdurch wird jedoch die Verwendbarkeit der Flüssigkeit zu Bleichzwecken nicht beeinträchtigt, indem zum Bleichen meistens Lösungen benutzt werden, welche nur 1 bis 5 g „bleichendes Chlor" pro 1 l enthalten. Dagegen eignet sich die elektrolytische Bleichflüssigkeit wegen ihrer geringen Konzentration und der allen Hypochloritlösungen eigentümlichen Neigung zur allmählichen Selbstzersetzung nicht für den Versand und sind deshalb die Bleichereien u. s. w. genötigt, ihren Bedarf selbst herzustellen.

Als besondere Vorzüge der elektrolytischen Bleichflüssigkeit sind ihre neutrale Beschaffenheit und ihr relativ hohes Entfärbungsvermögen zu nennen, während als Anhaltspunkt für die Berechnung der Herstellungskosten die Angabe dienen kann, dass zur Erzeugung von 30 kg bleichendem Chlor, welche etwa 100 kg Chlorkalk entsprechen, ungefähr 500 PS/Stunden (21 PS × 24 h) aufzuwenden sind [14]).

b) Chlorat und Perchlorat.

Die Chlorate lassen sich wegen ihrer Fähigkeit, Sauerstoff abzugeben, unter Umständen vorteilhaft als Verbrennungs- oder Oxydationsmittel verwenden und wird insbesondere das Kaliumchlorat in der Zündwarenfabrikation, in der Feuerwerkerei, in der Heilkunde, sowie als Hilfsmittel zur Erzeugung von Alizarin und von Anilinschwarz benutzt, für welch letztere Zwecke es auch durch Natriumchlorat ersetzt werden kann.

Bis vor einem Dezennium stellte man das ehedem allein wichtige Kaliumchlorat im Grossbetrieb ausschliesslich durch Behandeln von heisser Kalkmilch mit Chlorgas und darauf folgendes Umsetzen des so gewonnenen Calciumchlorats mit Chlorkalium her, wobei jedoch erhebliche Verluste an wertvollem Kalisalz nicht zu vermeiden sind.

Anfangs der 90er Jahre begannen dann *Gall* und *Montlaur* Chlorkalium fabrikmässig mit Hilfe des elektrischen Stromes in Chlorat überzuführen und schon nach kurzer Zeit erwies sich ihr Verfahren als lebensfähig. Nachdem dann bald darauf *Oettel* gezeigt hatte, dass die ursprünglich für erforderlich erachtete Trennung des Kathodenraums vom Anodenraum überflüssig ist [15]), konnte die Apparatur wesentlich vereinfacht werden und ordnet man jetzt stets eine grössere Anzahl von Elektroden aus Platiniridiumblech als Mittelleiter in der unter „Hypochlorit" beschriebenen Schaltweise innerhalb eines aus Cement hergestellten Zersetzungsgefässes an.

Wenn man eine Chlorkaliumlösung für sich der Elektrolyse unterwirft, so ist die Ausbeute an Chlorat stets verhältnismässig gering, weil ein Teil des zunächst gebildeten Hypochlorits durch den kathodischen Wasserstoff reduziert wird, bevor der Uebergang in das beständigere Chlorat erfolgt ist. Ob Chlorat, wie behauptet wird, auch direkt aus Chlorid durch elektrolytische Oxydation entsteht, kann dahingestellt bleiben; in der Hauptsache geht die Chloratbildung jedenfalls über das Hypochlorit hinweg unter dem Einfluss der Wärme und des anodischen Sauerstoffs von statten [16]).

[13]) Auch das Natriumhypochlorit ist ein Elektrolyt und liefert daher, wenn es der Wirkung des Stroms ausgesetzt wird, Zersetzungsprodukte.

[14]) Bei guter Kühlung erzielt man in dem *Kellner*'schen Elektrolyser einen Nutzeffekt von etwa 50 % der Theorie auf die Stromstärke bezogen.

[15]) Nach *Zeitschrift für Elektrochemie*, 6. Jahrg. S. 472, hat *O. Carlson* schon früher eine diesbezügliche Beobachtung gemacht (vgl. *The Engineering and Mining Journal*, Nr. 67 S. 677).

[16]) *Foerster und Sonneborn, Zeitschrift für Elektrochemie*, 6. Jahrg. S. 597.

Nimmt man nur auf die Wirkung der Wärme Rücksicht und trägt man der Thatsache Rechnung, dass die durch Temperaturerhöhung hervorgerufene Umwandlung des Hypochlorits in Chlorat immer von einer Sauerstoffgasentwickelung begleitet ist, so gelangt man zu folgender Formulierung des Vorganges:

$$3KOCl = KClO_3 + 2KCl$$
$$2KOCl = 2KCl + O_2.$$

Bei der elektrolytischen Chloratdarstellung arbeitet man mit so hohen Stromdichten, dass das Temperaturoptimum von etwa 60° ohne Zufuhr äusserer Wärme erreicht wird. Auch setzt man der Badflüssigkeit freies oder kohlensaures Alkali oder Erdalkali zu, weil sich gezeigt hat, dass auf diese Weise die Ausbeute wesentlich erhöht werden kann[17]). Dabei macht sich an der Anode das Auftreten von Ozon bemerkbar, während an der Kathode Wasserstoff entwickelt wird, welcher ausser Hypochlorit auch Chlorat zu reduzieren vermag. Nach den Beobachtungen von *E. Müller*[18]) lässt sich die reduzierende Wirkung des kathodischen Wasserstoffs dadurch auf einen sehr kleinen Betrag herabsetzen, dass man die Auflösung des Chlorids bei Beginn der Elektrolyse mit ein wenig Kaliumchromatlösung versetzt. Das Kaliumchromat spielt in diesem Fall die Rolle eines Sauerstoffüberträgers und bewirkt indirekt, indem es Wasserstoff bindet, eine erhebliche Steigerung der Chloratausbeute, ohne dabei selbst eine sichtbare Veränderung zu erleiden. Sobald der Gehalt der Lösung an Chlorat auch bei fortgesetzter Elektrolyse nicht mehr zunimmt, unterbricht man die Operation und lässt erkalten. Das hierbei ausfallende, schwer lösliche Kaliumchlorat wird von der Mutterlauge, welche noch viel unverändertes Chlorkalium enthält und wieder zu einer neuen Operation verwendet wird, getrennt und durch Umkrystallisieren gereinigt[19]).

Im Gegensatz hierzu resultiert bei der Darstellung des Natriumchlorats eine Flüssigkeit, aus welcher sich beim Eindampfen zunächst das unveränderte Chlornatrium ausscheidet, während das Natriumchlorat, weil sehr leicht löslich, in der Mutterlauge verbleibt und aus dieser erst nach stärkerem Konzentrieren auskrystallisiert.

In Bezug auf das Verhältnis zwischen dem Aufwand an elektrischer Energie und der Ausbeute an Chlorat ist zu bemerken, dass seither zur Erzeugung von 1 kg Kaliumchlorat etwa 24 PS/Stunden erforderlich waren. Durch Benutzung des von *E. Müller* angegebenen Kunstgriffs dürfte es gelingen, dieselbe Chloratmenge mittels etwa 12 PS/Stunden zu produzieren bezw. die Leistungsfähigkeit der bestehenden Anlagen auf das Doppelte zu steigern. Dadurch scheint das Schicksal der alten, in England grossgewordenen Arbeitsweise endgültig besiegelt und der elektrolytischen Chloratindustrie eine grosse Zukunft gesichert.

Allerdings hat, wie nicht unerwähnt bleiben darf, die neue Arbeitsweise thatsächlich nur da festen Fuss fassen können, wo, wie in der Schweiz, in Südfrankreich, in Schweden[20]) und Norwegen[21]) u. s. w. grosse Wasserkräfte zur Verfügung stehen.

Was die Perchlorate anbelangt, so können diese Verbindungen durch weitergehende elektrolytische Oxydation der Chlorate bezw. aus Chloriden erhalten werden; doch ist bislang nicht bekannt geworden, welche äussere Bedingungen hierfür am günstigsten sind. Die Perchlorate geben ihren Sauerstoff weniger leicht ab als die Chlorate, und werden hauptsächlich an Stelle von Chloraten zu Feuerwerksmischungen benutzt, weil derartige Gemenge weniger empfindlich gegen Stoss und Schlag, und daher ungefährlicher als die Chloratgemenge sind.

[17]) Auch ein Zusatz von Thonerde soll im gleichen Sinne wirken (D. R. P. Nr. 110420).

[18]) *Zeitschrift für Elektrochemie,* 5. Jahrg., S. 469, siehe auch *Brochet, Chemisches Zentralblatt,* 1900 I. 452, 842.

[19]) Um das Ausfallen des schwer löslichen Kaliumchlorats im Bad zu verhindern, kann man auch so verfahren, dass man zunächst auf Natriumchlorat arbeitet und dieses ausserhalb des Bades mit einer Chlorkaliumlösung umsetzt (*Zeitschrift für Elektrochemie,* 6. Jahrg. S. 481).

[20]) In Schweden kann man 1 elektrische PS pro Jahr von den Kraftstationen zum Preis von 40 bis 60 Mark mieten (*Zeitschrift für Elektrochemie,* 6. Jahrg. S. 471).

[21]) Auch in Norwegen kann man 1 elektrische PS pro Jahr für 40 bis 45 M. erhalten (*Die Chemische Industrie* 1900, S. 122).

c) Alkalihydrate und Chlorgas.

Die Alkalihydrate oder kaustischen Alkalien werden ausser zur Fabrikation vieler chemischer Produkte namentlich auch zur Herstellung von Seife, zum Entkalken von Wasser, zum Entfetten von roher Baumwolle etc. benutzt, während das Chlorgas zur Erzeugung von Chlorkalk und anderen Chlorpräparaten Verwendung findet.

Seither wurden die Alkalihydrate in der Weise hergestellt, dass man die Lösung der betreffenden Karbonate in der Siedehitze mit Kalkhydrat versetzte, worauf man die Lauge von dem ausgefallenen Calciumkarbonat trennte und eindampfte[22]).

Für die Gewinnung des Chlorgases ging man von der Salzsäure aus und behandelte diese im flüssigen oder im gasförmigen Zustand mit geeigneten Dehydrierungsmitteln wie Mangansuperoxyd oder atmosphärischer Luft bei Gegenwart eines als Sauerstoffüberträger wirkenden Kupfersalzes. Mit diesen Methoden vermögen die elektrolytischen bei rationeller Ausgestaltung der Verfahren sehr erfolgreich zu konkurrieren, und ist die vollständige Verdrängung der ersteren durch die letzteren nur eine Frage der Zeit.

Da der Bedarf an Alkalien und Chlorgas denjenigen an Natriumhypochlorit, Chlorat und Perchlorat weit übersteigt, so kommt dem in Rede stehenden Zweig der elektrochemischen Industrie, welcher sich dank dem Vorgehen der *Chemischen Fabrik Griesheim-Elektron* in Frankfurt a. M. zuerst im Deutschen Reich kräftig entwickelt hat[23]), eine grosse wirtschaftliche Bedeutung zu. Dabei hat sich gezeigt, dass unter günstigen örtlichen Verhältnissen der Betrieb auch mittels Dampfkraft lohnend sein kann, zumal wenn es sich um die Gewinnung von Kalihydrat handelt, während sich die auf Natronhydrat arbeitenden Werke allerdings mit wenigen Ausnahmen Wasserkräfte gesichert haben.

Die Methode zur elektrolytischen Gewinnung von Alkalihydrat und Chlorgas ist im Prinzip einfach, indem diese Produkte immer resultieren, wenn man den Strom durch die Lösung der Alkalichloride leitet und dafür Sorge trägt, dass die Produkte, welche an den beiderseitigen Elektroden zur Abscheidung gelangen, nicht aufeinander einwirken, sondern getrennt aus dem Bad entfernt werden. Dieser Forderung lässt sich auf mannigfache Weise gerecht werden; doch haben sich von den vielen hierfür vorgeschlagenen Verfahren nur die im nachstehenden beschriebenen mit dauerndem Erfolg in die Praxis einzuführen vermocht.

α) *Quecksilberverfahren.*

Die in diese Gruppe gehörenden Verfahren beruhen darauf, dass metallisches Quecksilber aus einer Alkalichloridlösung, sofern es in einer solchen als Kathode wirkt, Kalium bezw. Natrium unter Amalgambildung aufnimmt und dass das Amalgam beim Behandeln mit Wasser unter Rückbildung von Quecksilber und unter Wasserstoffgasentwickelung Alkalilauge liefert[24]). Da das als Lösungsmittel für das Chlorid dienende Wasser auch während des Stromdurchgangs allmählich auf das Amalgam einwirkt, so muss das letztere möglichst schnell der Wirkung der Salzlösung entzogen werden. Aus diesem Grunde wenden die meisten Erfinder eine Kathode aus fliessendem Quecksilber an und führen das Metall so schnell durch das Bad hindurch, dass das austretende Amalgam nur einige Hundertstel Prozent Alkalimetall aufnehmen kann und deshalb voll-

[22]) Natronhydrat wird fabrikmässig auch durch Glühen eines Gemenges von Natriumkarbonat mit Eisenoxyd und Auslaugen der geglühten Masse mit Wasser gewonnen.

[23]) *Lunge, Zeitschrift für angewandte Chemie* 1896, S. 517.

[24]) Mittels einer Kathode aus flüssigem Blei (oder Zinn) kann aus geschmolzenem Alkalichlorid eine Legierung von Blei mit Alkalimetall, z. B. Bleinatrium, gewonnen werden, welches, mit Wasser behandelt, Natronlauge entstehen lässt. Die hierauf gegründeten Verfahren zur elektrolytischen Gewinnung von Alkali und Chlor haben sich jedoch in der Praxis nicht bewährt.

kommen dünnflüssig bleibt [25]). Dank der grossen Leitfähigkeit des Quecksilbers kann man hierbei mit Stromdichten bis zu 5000 Amp. und mehr arbeiten, ohne dass Störungen zu befürchten sind.

Auf sämtliche zum Zweck der Amalgamerzeugung vorgeschlagenen Apparate, von welchen einzelne mit komplizierten Bewegungsmechanismen versehen sind, einzugehen, erscheint weder notwendig noch nützlich; es dürfte vielmehr vollkommen genügen, den ebenso einfachen als zweckentsprechenden Apparat zur kontinuierlichen Elektrolyse von Salzlösungen mittels Quecksilberkathode, welcher der Firma *Solvay und Co.* in Brüssel patentiert ist [26]), an Hand einer schematischen Abbildung zu beschreiben.

Das in Fig. 4 im Längsschnitt, in Fig. 5 in der Aufsicht dargestellte Bad besteht aus Steinzeug und ist derart eingerichtet, dass der Boden des Gefässes auch dann mit Quecksilber bedeckt bleibt, wenn der Zufluss des Metalls zufällig unterbrochen wird. Der Apparat kann erforderlichen Falles behufs Reinigung vollständig entleert werden, indem man ihn durch Anziehen einer unter dem Boden befindlichen Schraube in eine geneigte Lage bringt. Der Eintritt des Quecksilbers vollzieht sich an dem einen, der Austritt des Amalgams an dem entgegengesetzten Ende. Innerhalb des Bades ist ein Ueberlauf angeordnet, über welchen das spezifisch leichtere und deshalb auf der Oberfläche des Quecksilbers sich ansammelnde Amalgam hinwegfliesst. Um die Bewegung des Amalgams zu unterstützen, wird die Salzlösung in der gleichen Richtung durch das Bad hindurchgeführt. Als Anoden dienen Kohlenstäbe, welche gasdicht durch den Deckel hindurchgeführt und oberhalb desselben metallisch miteinander verbunden sind. Eine im Deckel des Bades vorgesehene Oeffnung steht durch eine Rohrleitung mit dem Raum in Verbindung, welchem das sich entwickelnde Chlorgas zugeführt wird [27]).

Das Auslaugen des aus dem Bad ausgetretenen Amalgams stellt eine besondere Operation dar, welche erhebliche Schwierigkeiten bietet, wiewohl sich das Amalgam in Berührung mit Wasser ohne weiteres Zuthun zersetzt. Während aber die Einwirkung des Wassers bei gewöhnlicher Temperatur nur sehr langsam erfolgt, findet in der Wärme eine so lebhafte Gasentwickelung statt, dass ein Teil des Quecksilbers in einzelne Partikelchen zerrissen wird, welche sich nicht mehr miteinander vereinigen und so zu empfindlichen Verlusten Veranlassung geben.

Die Notwendigkeit, ebensoviel Amalgam in der Zeiteinheit zu zersetzen, als neu gebildet wird, hat zur Konstruktion von zweizelligen Bädern mit Quecksilber bezw. Amalgam als Mittelleiter geführt. Die eine Zelle enthält ausser einer konzentrierten Salzlösung das als Kathode wirkende Quecksilber und eine mit dem positiven Pol der Stromleitung verbundene Platte aus Kohle; in der anderen Zelle spielt das mit Wasser bedeckte Amalgam die Rolle der Anode gegenüber einer mit dem negativen Pol der Stromleitung verbundenen Eisenplatte [28]). Unter diesen Verhältnissen geht das Alkalimetall an der Anode in Form von Alkalihydrat in Lösung und das Wasserstoffgas entweicht an der Eisenplatte, ohne mit dem Quecksilber in Berührung zu gelangen [29]).

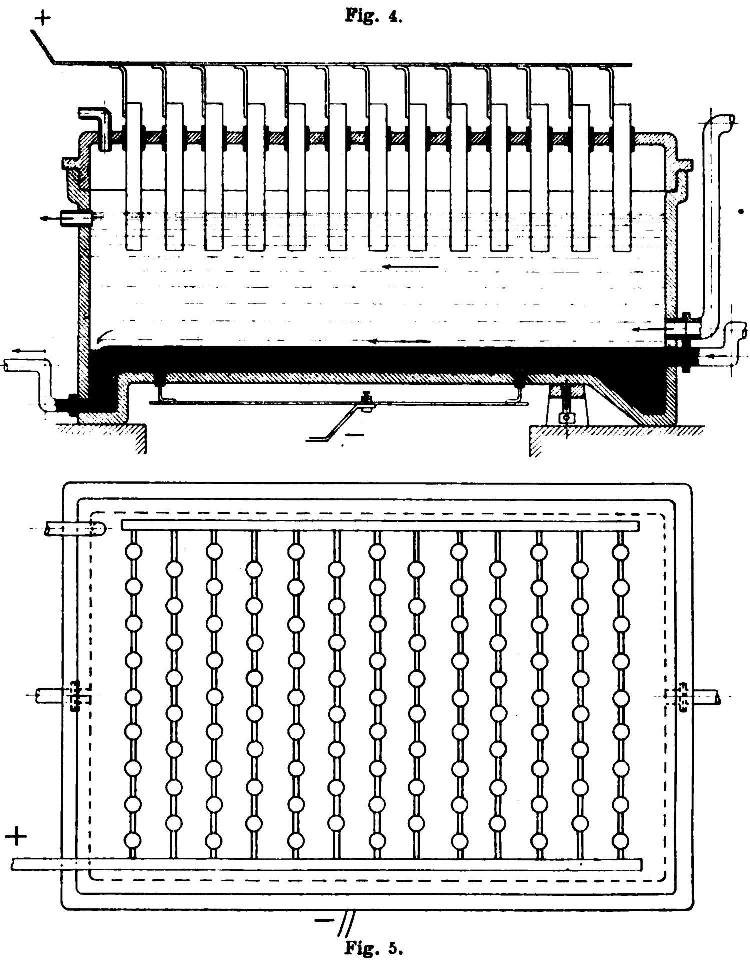


Fig. 4.

Fig. 5.

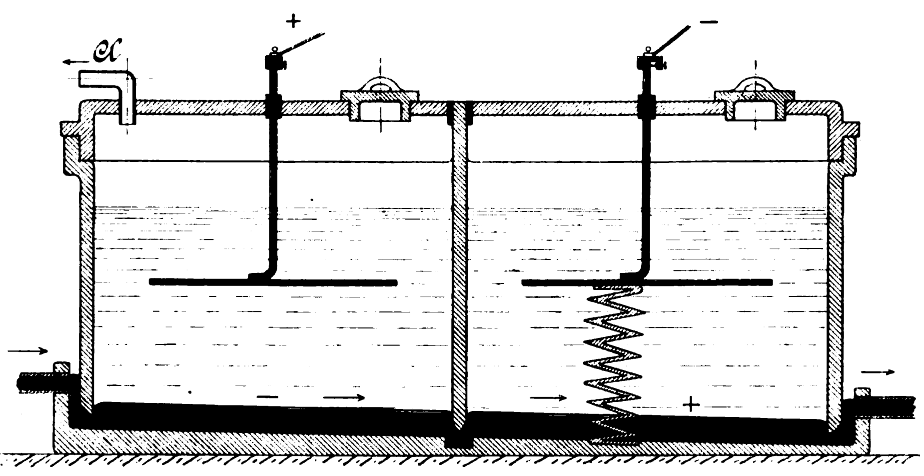


Fig. 6.

Trotzdem funktioniert eine derartige Kombination nicht ohne weiteres in befriedigender Weise, und zwar hauptsächlich aus folgendem Grund: Der anodische Sauerstoff findet in der zweiten Zelle etwas weniger als die äquivalente Menge Alkalimetall vor, weil ein, wenn auch nur sehr kleiner Teil des Amalgams bereits in der ersten Zelle durch das Wasser der Salzlösung zersetzt worden ist. In Ermangelung von Alkalimetall wird eine entsprechende Menge von Quecksilber oxydiert, und das auf diese Weise entstandene Oxyd überzieht dann das Metall mit einer dünnen Haut, wodurch seine Wiederverwendung erschwert wird. Von den verschiedenen Mitteln, welche zur Behebung dieses Uebelstands vorgeschlagen worden sind, hat sich das von *Kellner* angegebene am besten bewährt. Dasselbe

[25]) Bei einem Gehalt von etwa 1 % Alkalimetall ist das Alkaliamalgam bereits butterförmig, bei 2 % fest.

[26]) D. R. P. Nr. 104900.

[27]) Die Art und Weise der Verwendung des auf elektrolytischem Weg gewonnenen Chlorgases zur Chlorkalkfabrikation etc. bietet keine Besonderheiten, wenn man einen etwaigen Kohlensäuregehalt vorher entfernt.

[28]) Wegen des besseren Leitvermögens verwendet man an Stelle von reinem Wasser verdünnte Alkalilauge.

[29]) Genauer ausgedrückt, findet in der zweiten Zelle eine Elektrolyse von Alkalihydrat oder eine „Wasserzersetzung" statt.

besteht darin, dass zwischen Amalgam und Eisen eine sogen. Sekundärelektrode eingeschaltet wird. Auf diese Weise entsteht ein kurz geschlossenes Element Amalgam-Alkalilauge-Eisen, welches zu wirken aufhört, sobald alles Alkalimetall gelöst ist.

Ein derartig eingerichteter Apparat ist in Fig. 6 schematisch dargestellt. Wie aus der Abbildung hervorgeht, ist der Boden des Apparats, dessen Umfassungswände aus Steinzeug bestehen, schwach geneigt, so dass das in die erste Zelle eintretende Quecksilber selbstthätig nach der zweiten Zelle überfliesst und dann aus dieser austritt, worauf es mittels einer Pumpe oder mittels einer anderen geeigneten Vorrichtung gehoben und wieder in die erste Zelle zurückbefördert wird. Die Alkalilauge wird dann entweder bis auf einen bestimmten Prozentgehalt an Alkalihydrat konzentriert und als solche in den Handel gebracht oder in gewöhnlicher Weise auf festes Hydrat verarbeitet.

β) Diaphragmenverfahren.

Bei den Diaphragmenverfahren kommt eine poröse Scheidewand zur Anwendung, durch welche das Bad in einen Kathoden- und in einen Anodenraum zerlegt wird.

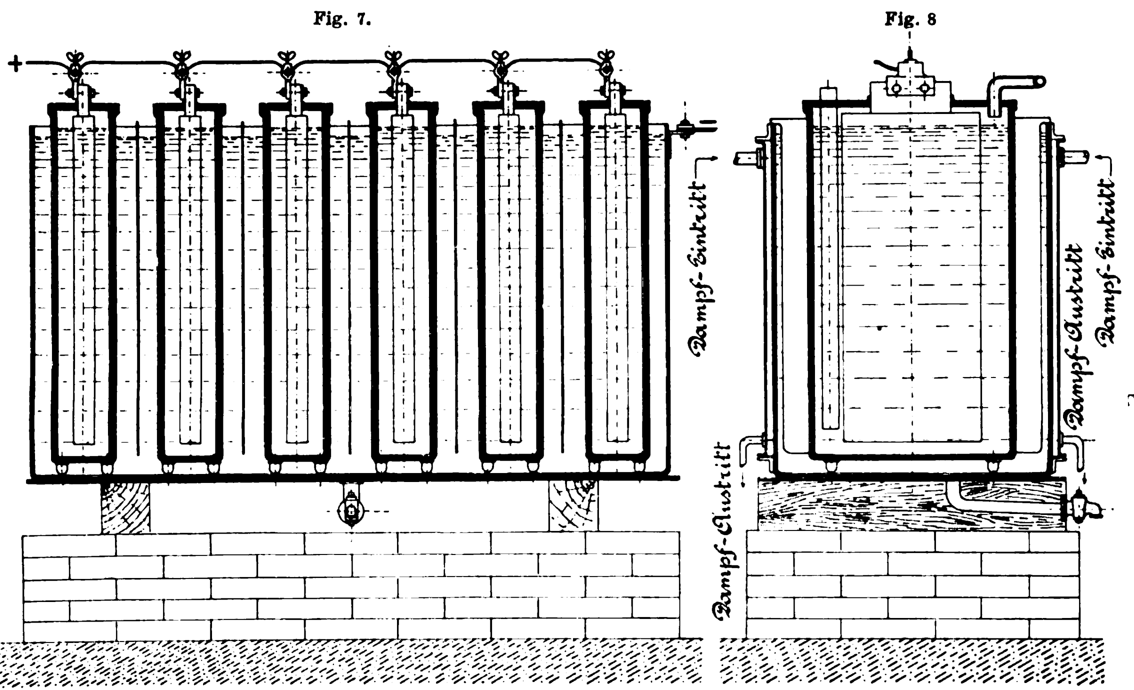


Fig. 7. Fig. 8

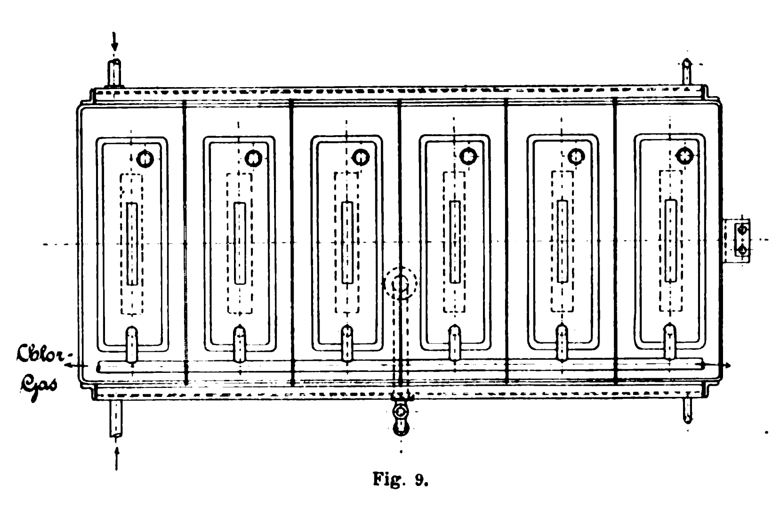


Fig. 9.

Diese Scheidewand hat den Zweck, die Diffusion der in Lösung befindlichen intakten Moleküle aus einem Raum in den anderen thunlichst zu verhindern. Die die Scheidewand durchsetzenden Poren oder Kanäle müssen aber trotzdem weit genug sein, um den Spaltstücken der Moleküle, den sogen. Jonen, welche die Elektrizität durch die Flüssigkeit hindurch nach den beiderseitigen Elektroden transportieren, den Durchgang zu gestatten, ohne dass der Widerstand des Bades um mehr als einige Milliohm erhöht wird.

Den hierdurch gekennzeichneten Grad von Porosität besitzen zwar verschiedene Materialien, so insbesondere gebrannte, unglasierte Thonkörper, wie solche seit langer Zeit in Form von cylindrischen Zellen für Bunsenelemente etc. Verwendung finden. Diaphragmen aus Thon, Asbest und ähnlichen Materialien haben sich aber nur gegen Säuren beständig erwiesen; sobald sie zur Elektrolyse von Alkalichloridlösungen benutzt werden, ist ihre Lebensdauer nur sehr kurz, weil die im Kathodenraum sich bildende Alkalilauge namentlich in der Wärme zersetzend auf die Thonsubstanz einwirkt und dadurch den Zusammenhang des Gebildes zerstört. Auch wird die Lauge durch die in Lösung gegangenen Partien mehr oder weniger stark verunreinigt, wogegen das im Anodenraum frei werdende Chlorgas auf Thon etc. nicht einwirkt.

Am brauchbarsten haben sich bis jetzt Scheidewände aus poröser Cementmasse erwiesen[30]), deren Herstellung in der Weise erfolgt, dass man Cement statt mit reinem Wasser mit einer Salzlösung unter Zusatz von Salzsäure anrührt, worauf man die Mischung in geeignete Formen giesst und in diesen abbinden lässt. Dann werden die Cementkörper herausgenommen, getrocknet und schliesslich behufs Entfernung der löslichen Salze mit Wasser ausgelaugt[31]).

Die Gestalt des Diaphragmas richtet sich nach der Gestalt des zu seiner Aufnahme bestimmten Zersetzungsgefässes. Sofern dieses — wie dies wohl in der Regel der Fall sein wird — ein viereckiges Reservoir aus Guss- oder Schmiedeeisen darstellt, gibt man dem Cementkörper die Form einer Wanne und setzt dann diese isoliert in das Reservoir, dessen Umfassungswände gleichzeitig die Kathode bilden. Als Anode dient ein in die Wanne eingesetzter Block aus graphitischer Kohle[32]), welche in geeigneter Weise mit der Stromleitung verbunden wird. Der Anodenraum ist durch einen mit mindestens drei Oeffnungen versehenen Deckel aus Steinzeug, Cement etc. abzudichten. Durch die eine Oeffnung ist das obere Ende des Kohlenblockes gasdicht durchgeführt, die zweite Oeffnung ist als Füllöffnung vorgesehen und die dritte Oeffnung dient als Abzugsöffnung für das Chlorgas. Das Abdichten des Kathodenraums erweist sich dann als unerlässlich, wenn man das gewissermassen als Nebenprodukt auftretende Wasserstoffgas verwerten will. Mit Rücksicht auf das geringe Leitvermögen der Kohle und auf das kleine Volumen der Poren des Diaphragmas empfiehlt es sich, mit niedriger Stromdichte (100 bis 200 Amp.) zu arbeiten. Da aber Kohlenanoden nur in mässig grossen Abmessungen erhältlich sind, so

[30]) *Kellner, Zeitschrift für angewandte Chemie* 1899, S. 1080.

[31]) D. R. P. Nr. 34862. Eine nähere Beschreibung des Verfahrens findet sich in *Haber*'s Grundriss der technischen Elektrochemie auf theoretischer Grundlage, Leipzig 1898, woselbst auch die übrigen für Diaphragmen in Vorschlag gebrachten Materialien eingehend gewürdigt sind.

[32]) Von Platiniridiumanoden wird man in den meisten Fällen wegen ihres hohen Preises trotz ihrer grossen Vorzüge absehen.

muss, falls Ströme von beträchtlicher Stärke ausgenutzt werden sollen, eine grössere Anzahl von nebeneinander geschalteten Bädern aufgestellt werden. Um an Raum und an Material zu sparen, verwendet man an Stelle mehrerer Einzelbäder ein grösseres Reservoir und bringt in diesem eine entsprechende Anzahl von fertig montierten Diaphragmenwannen unter, deren Kohlenblöcke in Parallelschaltung miteinander verbunden werden. Dann hängt man zwischen je zwei Wannen eine eiserne Platte ein, um eine der Anodenfläche entsprechende Kathodenfläche zu erzielen, worauf der Anoden- wie der Kathodenraum mit einer konzentrierten Salzlösung beschickt und der Stromkreis geschlossen werden kann.

Ein derartiges, isoliert aufgestelltes, mit Dampfmantel und Ablasshahn versehenes Bad ist in Fig. 7 im Längsschnitt, in Fig. 8 im Querschnitt und in Fig. 9 in der Aufsicht abgebildet.

Hält man die Temperatur des Bades vermittelst der angedeuteten Heizvorrichtung auf 80 bis 90°, so beträgt der Spannungsabfall zwischen den beiderseitigen Elektroden etwa 3,5 bis 4 Volt und hieraus ergibt sich ohne weiteres, wieviel Bäder hintereinander zu schalten sind, falls die zur Verfügung stehende Spannung grösser sein sollte.

Infolge des Stromdurchgangs nimmt die Kathodenflüssigkeit eine allmählich wachsende Alkalinität an, wogegen der Salzgehalt der Anodenflüssigkeit stetig abnimmt. Um denselben auf der ursprünglichen Höhe zu halten, gibt man durch das in den Anodenraum hinabreichende Thonrohr von Zeit zu Zeit festes Salz ein, welches sich, wenn auch langsam, selbstthätig löst.

Die Stromausbeute entspricht nur bei Beginn der Operation der für Alkalihydrat und Chlorgas berechneten; sie geht schon nach kurzer Zeit zurück und schliesslich findet so gut wie keine Neubildung von Alkali mehr statt, während das an der Anode sich entwickelnde Gas immer reicher an Sauerstoff wird. Als Ursache dieser Erscheinung ist die neben der „Salzelektrolyse" verlaufende „Wasserzersetzung" anzusehen [33]).

Solange die Badflüssigkeit nur Chlorid enthält, beschränkt sich die Wirkung des Stroms im wesentlichen auf die Beförderung von Metall- und Chlorjonen nach den betreffenden Elektroden; in dem Mass, als Alkalihydrat gebildet wird, nimmt aber auch dieses an der Stromleitung teil, indem es ein Elektrolyt von annähernd gleicher Leitfähigkeit wie das Chlorid ist. Die Spaltstücke des Alkalihydratmoleküls, Metall- und Hydroxyljonen, liefern aber an den Elektroden nur Wasserstoffgas und Sauerstoffgas. Diese nicht beabsichtigte Wirkung des Stroms, welche auch bei den früher besprochenen Prozessen der Hypochlorit- und Chloratbildung eine Rolle spielt, hat, abgesehen von anderen sehr erheblichen Nachteilen, zur Folge, dass der Nutzeffekt um so mehr sinkt, je länger die Elektrolyse fortgesetzt wird.

Man muss deshalb die Operation unterbrechen, sobald die leicht zu ermittelnde Stromausbeute unter einen gewissen Grenzwert sinkt oder, was dasselbe ist, sobald der Prozentgehalt der Kathodenflüssigkeit an Alkalihydrat einen bestimmten Grenzwert, welcher sich nach den örtlichen Verhältnissen richtet, übersteigt. Ist dieser Punkt erreicht und das Bad ausgeschaltet, so muss man die Kathodenflüssigkeit, trotzdem sie noch sehr viel unverändertes Chlorid enthält, aus dem Bad abziehen und durch frische konzentrierte Chloridlösung ersetzen.

Dann engt man die Lauge — am besten in Vakuumverdampfapparaten — stark ein, wobei Chlorkalium bezw. Chlornatrium wegen ihrer Schwerlöslichkeit in konzentrierten Laugen bis auf einen kleinen, die Verwendungsfähigkeit des Endprodukts nicht beeinträchtigenden Rest ausfallen. Nach dem Aussoggen der Chloride wird die Lauge in der unter *α*) angedeuteten Weise weiter verwertet.

γ) *Glockenverfahren.*

Von der bereits erwähnten Thatsache ausgehend, dass sich die Konzentration der die beiderseitigen Elektroden umgebenden Flüssigkeiten infolge des Stromdurchgangs erheblich ändert, ist es neuerdings dem *Oesterreichischen Verein für chemische und metallurgische Produktion* in Aussig a. d. E. gelungen, ein Verfahren auszuarbeiten, bei welchem zur Trennung der Kathoden- und Anodenlauge lediglich der Unterschied in dem spezifischen Gewicht der beiden Flüssigkeiten benutzt wird [34]).

Die schon früher von anderer Seite angestellten Versuche, Alkali und Chlor ohne amalgambildende Kathode und ohne Diaphragma zu scheiden, scheiterten hauptsächlich daran, dass die von den Elektroden sich ablösenden Gase die Beschickung des Bades durcheinander wirbeln und so die einzelnen Schichten verhindern, sich zu sondern. Zwar kann die Gasentwickelung an der Kathode ausser durch Zuhilfenahme von Quecksilber auch dadurch unterdrückt werden, dass man Kupferoxyd verwendet, welches im kompakten Zustand wie Mangan- oder Bleisuperoxyd metallisch leitet und dabei im Sinn eines Depolarisators Wasserstoff zu binden vermag. Die Rückverwandlung des dabei entstehenden Kupfers in Kupferoxyd ist jedoch zu umständlich, als dass eine auf die depolarisierende Wirkung dieses Oxyds gegründete Arbeitsweise für den Grossbetrieb in Betracht kommen könnte.

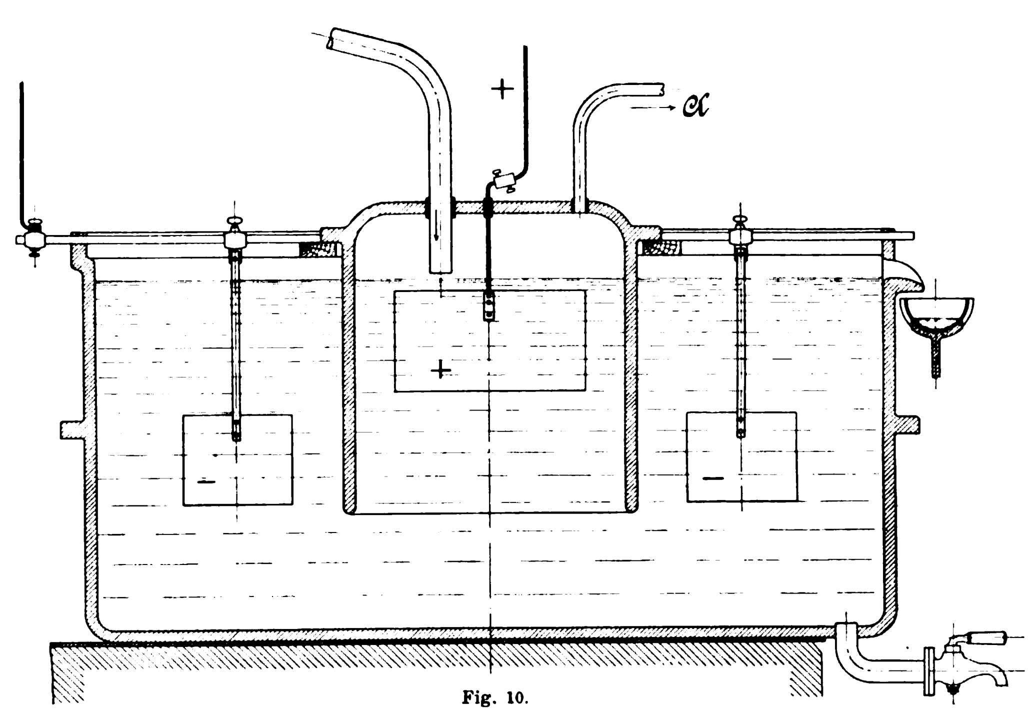


Fig. 10.

Den bei Anwendung eiserner Kathoden auftretenden Schwierigkeiten lässt sich nun nach der Patentschrift der genannten Firma [35]) durch die in Fig. 10 schematisch abgebildete Badkonstruktion begegnen.

„Die aus Kohlenstäben zusammengesetzte Anode befindet sich innerhalb einer Glocke aus Steinzeug, deren

[33]) Näheres über die hierher gehörenden Vorgänge, sowie über die Wirkungsweise der Diaphragmen siehe *F. Förster* und *F. Jorre, Zeitschrift für anorganische Chemie* 23, 158.

[34]) *Engelhardt, Zeitschrift des Oesterreichischen Ingenieur- und Architektenvereins,* 1899 Nr. 18.

[35]) Engl. Patent Nr. 16129. Im Auszug: *Zeitschrift für Elektrochemie,* Jahrg. V, S. 407. Vom deutschen Patentamt ist bislang ein Patent noch nicht erteilt worden.



untere Kante in ziemlicher Tiefe unter der Anode liegt. Auf beiden Seiten der Glocke ist je eine als Kathode wirkende Eisenplatte angebracht, welche mit der anderen ausserhalb des Bades durch einen Kupferstab verbunden ist. In dem zwischen der Glockenkante und dem unteren Ende der Anode befindlichen Raum, welcher für den Erfolg des Verfahrens von grösster Bedeutung ist, bildet sich während der Elektrolyse eine Flüssigkeitsschicht in der Weise, dass die Anodenflüssigkeit über die Kathodenflüssigkeit zu liegen kommt. Letztere nimmt von oben nach unten an Stärke zu und erreicht ein Maximum an der Glockenöffnung und im übrigen Kathodenraum ausserhalb der Glocke. Im weiteren Verlauf der Elektrolyse nähert sich die trennende Schicht, die sowohl chlor- wie alkalifrei ist, allmählich der Anode. Um die hierdurch auftretenden Störungen zu vermeiden, wird kontinuierlich oder in kurzen Zwischenräumen konzentrierte Salzlösung durch ein mit der Glocke verbundenes Rohr zugeführt. Die Menge der zuzuführenden Salzlösung richtet sich nach der Geschwindigkeit der aufwärts strebenden Salzlösung, welche ihrerseits von der jeweiligen Stromstärke abhängig ist. Hält man die Lage der mittleren trennenden Schicht unverändert, so fliesst auch die Alkalilösung[36]) durch einen Ueberlauf aus dem Bad mit derselben Geschwindigkeit ab, mit welcher die Salzlösung in den Anodenraum eintritt."

Im weiteren besagt die Patentschrift nur, dass der Apparat in verschiedener Weise modifiziert werden kann, ohne dass jedoch darauf aufmerksam gemacht wird, auf welche Punkte es besonders ankommt. Vermutlich muss man das Chlorgas kontinuierlich aus der Glocke abpumpen bezw. in dieser dauernd ein, wenn auch schwaches, Vakuum aufrecht halten.

Dass das Verfahren lebensfähig ist, geht daraus hervor, dass eine aus einer grösseren Anzahl von Bädern bestehende Anlage seit mehr als Jahresfrist in durchaus befriedigender Weise arbeitet und bei einem Aufwand von 600 PS entsprechend 350 Kilowatt am Schaltbrett durchschnittlich pro 24 Stunden 3000 kg Kalihydrat entsprechend 3333 kg 90%ige Handelsware oder 2200 kg Natronhydrat entsprechend 2300 kg 96%ige Handelsware neben 2000 kg Chlor entsprechend 5400 kg Chlorkalk mit einem Gehalt von 35 bis 36% bleichendem Chlor liefert.

In Bezug auf die Stromausbeute, welche die drei beschriebenen Verfahren gewähren, ist zu bemerken, dass diese beim Quecksilberverfahren etwa 90%, beim Diaphragmenverfahren 80 bis 85% und beim Glockenverfahren 85 bis 90% der Theorie beträgt, während pro Bad 4 bis 5 Volt vernichtet werden.

Trotz der höheren Stromausbeute gestaltet sich aber das Arbeiten mit Quecksilber nicht vorteilhafter als mit Diaphragma oder mit Glocke, und selbst der Umstand, dass im ersten Fall direkt chloridfreie und konzentrierte Alkalilauge erhalten wird, ist nicht von ausschlaggebender Bedeutung für die Frage, ob das Quecksilberverfahren den beiden anderen erheblich überlegen ist.

Es kommen eben für die Rentabilität eines Betriebes auch noch die Kosten der Anlage[37]), der Reparaturen u. s. w. in Betracht, und von diesem Gesichtspunkt aus betrachtet dürfte sich das Glockenverfahren als das vorteilhafteste erweisen.

[36]) Die Aufarbeitung dieser Lauge, welche neben unverändertem Chlorid 100 bis 150 g Alkalihydrat im Liter enthält, erfolgt in der beim Diaphragmenverfahren angedeuteten Weise.

[37]) Anlagen, welche mit weniger als 1000 PS arbeiten, erscheinen im allgemeinen von vornherein heute nicht mehr konkurrenzfähig.

Der gespannte Hohlcylinder.

Von Professor **Pregél**, Chemnitz.

(Fortsetzung von S. 453 d. Bd.)

Die Maximalspannung im Hohlcylinder.

Sind R äusserer und r innerer Halbmesser eines Hohlcylinders, p die Flüssigkeitsspannung und σ die Materialanstrengung in r, sowie $(p:\sigma)$ das gegenseitige Verhältnis, so folgt nach *Grashof*, Festigkeit, Gl. 542 S. 312

$$\left(\frac{R}{r}\right)^2 = \frac{m\sigma + (m-1)p}{m\sigma - (m+1)p}$$

und hierin für die Verhältniszahl den Wert $m = \frac{10}{3}$ eingesetzt, folgt

$$\left(\frac{R}{r}\right)^2 = \frac{\sigma + 0{,}7p}{\sigma - 1{,}3p}$$

bezw.

$$\left(\frac{R}{r}\right)^2 = \frac{1 + 0{,}7\frac{p}{\sigma}}{1 - 1{,}3\frac{p}{\sigma}} \quad \ldots \ldots \; 1)$$

Für

$$\sigma = 1{,}3p,$$

also

$$\frac{\sigma}{p} = 1{,}3 \text{ bezw. } \frac{p}{\sigma} = 0{,}77$$

wird

$$\frac{R}{r} = \infty.$$

Es ist ferner

$$\pi r^2 . p = P$$

Bodendruck. Hiernach

$$r^2 = \frac{P}{\pi . p},$$

daher

$$R^2 = r^2 \frac{1 + 0{,}7\frac{p}{\sigma}}{1 - 1{,}3\frac{p}{\sigma}}$$

bezw.

$$R^2 = \frac{P}{\pi p} \cdot \frac{1 + 0{,}7\frac{p}{\sigma}}{1 - 1{,}3\frac{p}{\sigma}}$$

und für

$$\frac{p}{\sigma} = i,$$

also für

$$p = i . \sigma$$

gesetzt, folgt

$$R^2 = \frac{P}{\pi\sigma} \cdot \frac{1 + 0{,}7i}{(1 - 1{,}3i) . i}$$

und da

$$\frac{P}{\pi\sigma} = const$$

ist, so wird aus

$$d \cdot \frac{(1 + 0{,}7i)}{(i - 1{,}3i^2)} = 0$$

$$i^2 + 2{,}86i = 1{,}1$$

Werte für $R:r$.

$\frac{p}{\sigma}$	Allgemein $\left(1+\frac{p}{\sigma}\right)$	Grashof $\sqrt{\frac{1+0{,}7\frac{p}{\sigma}}{1-1{,}3\frac{p}{\sigma}}}$	Bach $\sqrt{\frac{1+0{,}4\frac{p}{\sigma}}{1-1{,}3\frac{p}{\sigma}}}$	Lamé $\sqrt{\frac{1+\frac{p}{\sigma}}{1-\frac{p}{\sigma}}}$	Brix $e^{\frac{p}{\sigma}}$	Reuleaux $1+\frac{p}{\sigma}\left(1+\frac{1}{2}\frac{p}{\sigma}\right)$	Barlow $\frac{1}{1-\frac{p}{\sigma}}$	Petterson $\frac{3+\frac{p}{\sigma}}{3-2\frac{p}{\sigma}}$	Flüssigkeitsspannung p . at, Gusseisen $\sigma = 600$ kg/qcm	Stahlguss $\sigma = 1200$ kg/qcm	Materialspannung σ für $p = 100$ at
0,75	1,75	∞	∞	2,65	2,16	2,03	4,00	2,50	—	—	—
0,66	1,66	3,24	3,00	2,34	1,95	1,88	3,00[1]	2,20	—	—	—
0,50	1,50	1,96	1,85	1,73	1,65[2]	1,63	2,00	1,75	300	600	200
0,40	1,40	1,63	1,55	1,53[4]	1,49	1,48	1,66	1,54	240	480	250
0,30	1,30	1,41[3]	1,35	1,36	1,35	1,35	1,43	1,38	180	360	330
0,25	1,25	1,31	1,28	1,29	1,28	1,28	1,33	1,30	150	300	400
0,20	1,20	1,24	1,21	1,23	1,22	1,22	1,25	1,23	120	240	500
0,175	1,18	1,20	1,18	1,19	1,19	1,19	1,21	1,19	105	210	570
0,15	1,15	1,17	1,15	1,16	1,16	1,16	1,14	1,17	90	180	660
0,125	1,13	1,13	1,12	1,13	1,13	1,33	1,43	1,14	75	150	800
0,100	1,10	1,109	1,095	1,104	1,105	1,105	1,111	1,106	60	120	1000
0,075	1,08	1,080	1,068	1,077	1,065	1,082	1,080	1,078	45	90	1330
0,050	1,05	1,052	1,044	1,050	1,051	1,051	1,053	1,052	30	60	2000
0,040	1,04	1,039	1,033	1,039	1,039	1,040	1,040	1,040	24	48	2500
0,030	1,03	1,030	1,025	1,030	1,030	1,030	1,031	1,024	18	36	3300
0,020	1,02	1,020	1,020	1,020	1,020	1,020	1,020	1,020	12	24	5000

[1]) Ein Kleinstwert für $(R:r)$. [2]) Ein Kleinstwert. [3]) Für $\frac{p}{\sigma} = 0{,}35$ wird $\frac{R}{r} = 1{,}51$ ein Kleinstwert. [4]) Für $\frac{p}{\sigma} = 0{,}40$ wird $\frac{R}{r} = 1{,}526$ ein Kleinstwert.

bezw.

$$i = -1{,}43 \pm \sqrt{3{,}14}$$

und

$$i = 0{,}34$$

folgen, d. h. für

$$i = \frac{p}{\sigma} = 0{,}34$$

wird R einen Kleinstwert erhalten.

Nach *v. Bach*, Festigkeit, Gleichung 244, S. 368, ist

$$\left(\frac{R}{r}\right)^2 = \frac{\sigma + \left(1 - \frac{2}{m}\right)p}{\sigma - \left(1 + \frac{1}{m}\right)p}$$

und für

$$m = \frac{10}{3}$$

bezw.

$$\left(\frac{R}{r}\right)^2 = \frac{1 + 0{,}4\,\frac{p}{\sigma}}{1 - 1{,}3\,\frac{p}{\sigma}},$$

wobei R für $\frac{p}{\sigma} = 0{,}36$ den Kleinstwert erlangt.

Nach der Gleichung von *Brix*

$$\frac{\delta}{r} + 1 = e^{\frac{p}{\sigma}}$$

entsteht

$$\frac{\delta}{r} = e^{\frac{p}{\sigma}} - 1,$$

$$\frac{R-r}{r} = e^{\frac{p}{\sigma}} - 1,$$

$$\frac{R}{r} - 1 = e^{\frac{p}{\sigma}} - 1,$$

bezw.

$$\frac{R}{r} = e^{\frac{p}{\sigma}};$$

daraus

$$log\ nat\ \frac{R}{r} = \frac{p}{\sigma}$$

(Formel von *Clark*).

Wird die Gleichung von *Brix* entwickelt

$$\left(\frac{\delta}{r} + 1\right) = e^x = 1 + \frac{x}{1} + \frac{x^2}{1 \,.\, 2} + \frac{x^3}{1 \,.\, 2 \,.\, 3} + \ldots.$$

also

$$\frac{\delta}{r} = x + \frac{x^2}{1 \,.\, 2} + \frac{x^3}{1 \,.\, 2 \,.\, 3} + \ldots.$$

gesetzt, bezw.

$$\frac{R-r}{r} = \frac{R}{r} - 1 = \frac{p}{\sigma} + \frac{1}{2}\left(\frac{p}{\sigma}\right)^2$$

gemacht, so folgt daraus

$$\frac{R}{r} = 1 + \frac{p}{\sigma} + \frac{1}{2}\left(\frac{p}{\sigma}\right)^2,$$

$$\left(\frac{R}{r}\right) = \left[1 + \frac{p}{\sigma}\left(1 + \frac{1}{2}\,\frac{p}{\sigma}\right)\right]$$

(Formel von *Reuleaux* bezw. *Trautwein*).

Wird in dieser Gleichung das dritte Glied $\frac{1}{2}\left(\frac{p}{\sigma}\right)^2$ vernachlässigt, so folgt die bereits früher erwähnte allgemeine Gleichung

$$\left(\frac{R}{r}\right) = 1 + \frac{p}{\sigma},$$

welche für Verhältnisse

$$\frac{p}{\sigma} < 0{,}2$$

entsprechende Werte von $\frac{R}{r}$ gibt.

In dieser Gleichung ist aber σ nicht Maximalspannung im Abstande r, sondern mittlere, auf den Ringquerschnitt $(R-r)\,h$ gleichmässig verteilte Tangentialspannung.

Wird die Reihe

$$1 + \frac{x}{1} + \frac{x^2}{1 \,.\, 2} + \frac{x^3}{1 \,.\, 2 \,.\, 3} + \ldots = \left(\frac{1+x}{1-x}\right)^{\frac{1}{2}}$$

näherungsweise geschrieben, welche für den Grenzwert von $x = \frac{1}{3}$ identisch wird, so folgt nach dem Vorhergehenden

$$\left(\frac{\delta}{r} + 1\right) = \left(\frac{1+x}{1-x}\right)^{\frac{1}{2}},$$

$$\frac{\delta}{r} = \left(\frac{1+\frac{p}{\sigma}}{1-\frac{p}{\sigma}}\right)^{\frac{1}{2}} - 1,$$

$$\frac{R-r}{r} = \frac{R}{r} - 1 = \left(\frac{\sigma+p}{\sigma-p}\right)^{\frac{1}{2}} - 1,$$

$$\left(\frac{R}{r}\right)^2 = \left(\frac{\sigma+p}{\sigma-p}\right)$$

bezw.

$$\left(\frac{R}{r}\right)^2 = \frac{1+\frac{p}{\sigma}}{1-\frac{p}{\sigma}}$$

(Formel von *Lamé*).

Wird jedoch die Reihe

$$x + x^2 + x^3 + x^4 + \ldots = \frac{x}{1-x}$$

der Rechnung zu Grunde gelegt, welche für $x = \frac{1}{3}$ identisch wird, wird also

$$\frac{\delta}{r} = \frac{x}{1-x}$$

gesetzt, so folgt für

$$\frac{R-r}{r} = \frac{R}{r} - 1 = \frac{x}{1-x}$$

und

$$\frac{R}{r} = 1 + \frac{x}{1-x}$$

$$\frac{R}{r} = 1 + \frac{\frac{p}{\sigma}}{1-\frac{p}{\sigma}},$$

bezw.

$$\frac{R}{r} = 1 + \frac{p}{\sigma - p},$$

$$\left(\frac{R}{r}\right) = \frac{\sigma - p + p}{\sigma - p} = \frac{\sigma}{\sigma - p} = \frac{1}{1-\frac{p}{\sigma}}$$

(Formel von *Barlow*, *Kent* und *Unwin*).

Endlich gibt *Petterson* im *American Machinist*, 1900 Bd. 23, Nr. 7, S. 159—168, die Beziehung

$$\frac{\delta}{r} = \frac{p}{\sigma - \frac{2}{3}p}$$

an, welche abgeändert

$$\left(\frac{R}{r} - 1\right) = \frac{\frac{p}{\sigma}}{1 - \frac{2}{3}\frac{p}{\sigma}},$$

bezw.

$$\frac{R}{r} = 1 + \frac{\frac{p}{\sigma}}{1-\frac{2}{3}\frac{p}{\sigma}} = \frac{1+\frac{1}{3}\frac{p}{\sigma}}{1-\frac{2}{3}\frac{p}{\sigma}},$$

auch die Form

$$\left(\frac{R}{r}\right) = \frac{3+\frac{p}{\sigma}}{3-2\frac{p}{\sigma}}$$

erhält.

Diese Beziehungen für $\left(\frac{R}{r}\right)$ von *Grashof*, *v. Bach*, *Lamé*, *Brix*, *Reuleaux*, *Barlow* und *Petterson* sind für angenommene Werte von $\frac{p}{\sigma}$ berechnet und in der Tabelle 1 zusammengestellt. Hieraus ersieht man, dass für den oberen Grenzwerth $\frac{p}{\sigma} = \frac{2}{3}$ die Werte für $\frac{R}{r}$ zwischen 3,24 und 1,88 schwanken, während für den unteren Grenzwert $\frac{p}{\sigma} = 0{,}05$ mit geringem Unterschiede sämtliche Beziehungen gleichwertig sind. Für $\frac{p}{\sigma} = 0{,}02$ sind sämtliche Werte $\frac{R}{r} = 1{,}02$ gleich gross.

Für einen homogenen Hohlcylinder von

$$\frac{R}{r} = \frac{115}{100} = 1{,}15$$

Verhältnis würde nach der Tabelle $\frac{p}{\sigma} = 0{,}15$ zu nehmen, also $p = 0{,}15 \,.\, \sigma$ zu setzen sein.

Für $\sigma = 100\,^{\text{kg}}/_{\text{qcm}}$ Maximalzugspannung dürfte

$$p = 0{,}15 \,.\, 100 = 15 \text{ at}$$

nicht überschreiten.

Sofern aber $p = 50$ at ist, so wird

$$\frac{p}{0{,}15} = \sigma = \frac{50}{0{,}15},$$

$$\sigma = 333\,^{\text{kg}}/_{\text{qcm}}$$

grösste Materialanstrengung auf Zug an der inneren Hohlcylinderwand sein.

Wird die Gleichung von *Grashof* hervorgehoben, so folgt

$$\frac{1 + 0{,}7\,\frac{p}{\sigma}}{1 - 1{,}3\,\frac{p}{\sigma}} = \left(\frac{R}{r}\right)^2,$$

bezw.

$$\frac{p}{\sigma} = \frac{\left(\frac{R}{r}\right)^2 - 1}{0{,}7 + 1{,}3\left(\frac{R}{r}\right)^2},$$

woraus

$$\sigma = \frac{1}{\left(\frac{R}{r}\right)^2 - 1}\left[0{,}7 + 1{,}3\left(\frac{R}{r}\right)^2\right] . p$$

folgt.

Für $\frac{R}{r} = 1{,}15$ bezw. $\left(\frac{R}{r}\right)^2 = 1{,}32$ entsteht

$$\sigma = \frac{1}{0{,}32}\,[0{,}7 + 1{,}3 \,.\, 1{,}32]\, p = 7{,}55 \,.\, p,$$

für $p = 50$ at folgt

$$\sigma = 387{,}5\,^{\text{kg}}/_{\text{qcm}}$$

Maximalzugspannung an der inneren Hohlcylinderwand.

Hohlcylinder und Schrumpfring.

Die allgemeinen Beziehungen für die Materialspannungen in tangentialer und radialer Richtung sind nach *Grashof*. Festigkeit, S. 311, Gleichung 538,

$$\sigma = \frac{m-1}{m}\,A \pm \frac{m+1}{m}\,\frac{1}{z^2} \,.\, B.$$

Wird nur die Materialspannung in tangentialer Richtung (+) als die grössere berücksichtigt und für

$$m = \frac{10}{3}; \quad \frac{m-1}{m} = 0{,}7 \text{ und } \frac{m+1}{m} = 1{,}3$$

der Wert eingeführt, so folgt

$$\sigma = 0{,}7\,A + 1{,}3 \,.\, \frac{1}{z^2} \,.\, B \quad . \quad . \quad . \quad . \quad 1)$$

als Spannung der Cylinderwandschicht im radialen Abstande z.

Sind ferner R und r, äusserer und innerer Halbmesser des an den beiden Enden freien Hohlcylinders, sowie p_a

und p_i die äusseren und inneren Radialkräfte (Molekular- bezw. Flüssigkeitsspannungen), so sind

$$\left.\begin{aligned} A &= \frac{r^2 . p_i - R^2 . p_a}{R^2 - r^2} \\ B &= (p_i - p_a) \frac{R^2 . r^2}{R^2 - r^2} \end{aligned}\right\} \quad . \; . \; . \; . \; . \; 2)$$

die in Gleichung 1) einzusetzenden Wertausdrücke. Wird in diese Ausdrücke einmal $p_a = 0$, das andere Mal $p_i = 0$ gesetzt, so folgen gesonderte Beziehungen für inneren und äusseren Ueberdruck.

Wird ferner dieser ursprünglich homogen gedachte Hohlcylinder (R, r) aus einem Hohlcylinder I (ϱ, r) und einem darauf warm aufgezogenen Ring II (R, ϱ) zusammengesetzt, so dass die vorherige Wandstärke

$$(R - r) = (R - \varrho) + (\varrho - r)$$

beibehalten wird, so kann diese Rohrverbindung nicht nur in ihren einzelnen Bestandteilen, sondern auch in der Zusammensetzung $(I, II) = III$ für den Betriebszustand rechnerisch untersucht werden.

Zu diesem Zweck wird zur Vereinfachung die innere Flüssigkeitsspannung $p_i = p$ und die durch den Schrumpfring II auf den Hohlcylinder I ausgeübte äussere Radialpressung $p_a = p_s$ gesetzt.

Demgemäss werden die allgemeinen Wertausdrücke für A und B aus Gleichung 2) zu Sonderwerten für die einzelnen Fälle.

Für $p = 0$ wird der Hohlcylinder I (ϱ, r) durch den Schrumpfring II (R, ϱ) und vermöge der äusseren Radialpressung p_s druckgespannt. Es werden hiernach

$$\left.\begin{aligned} I A_a &= -\frac{\varrho^2}{\varrho^2 - r^2} . p_s \\ I B_a &= -\frac{\varrho^2 r^2}{\varrho^2 - r^2} . p_s \end{aligned}\right\} \quad . \; . \; . \; . \; 3\,a)$$

die zugehörigen Sonderwerte sein.

Dem Gleichgewichtsgesetze für Wirkung und Gegenwirkung entsprechend, ist der Schrumpfring II (R, ϱ) durch die innere Radialpressung p_s zuggespannt. Dementsprechend sind die Sonderwerte

$$\text{bezw.} \quad \left.\begin{aligned} II A_i &= \frac{\varrho^2}{R^2 - \varrho^2} . p_s \\ II B_i &= \frac{R^2 \varrho^2}{R^2 - \varrho^2} . p_s \end{aligned}\right\} \quad . \; . \; . \; . \; 3\,b)$$

Für die Ringverbindung $(II, I) = III$ (R, r) gilt, weil $p_a = 0$ und $p_i = p$ die innere Flüssigkeitspressung ist,

$$\text{und} \quad \left.\begin{aligned} III A_i &= \frac{r^2}{R^2 - r^2} . p \\ III B_i &= \frac{R^2 r^2}{R^2 - r^2} . p \end{aligned}\right\} \quad . \; . \; . \; . \; 3\,c)$$

Werden diese Sonderwerte Gleichung 3) in Gleichung 1) eingeführt, so folgen die Materialspannungen:

I. Cylinderring, isoliert:

$$\sigma = -\frac{\varrho^2}{\varrho^2 - r^2}\left[0{,}7 + 1{,}3 \frac{r^2}{z^2}\right] p_s \quad . \; . \; . \; 4\,a)$$

II. Schrumpfring, isoliert:

$$\sigma = \frac{\varrho^2}{R^2 - \varrho^2}\left[0{,}7 + 1{,}3 \frac{R^2}{z^2}\right] p_s \quad . \; . \; . \; 4\,b)$$

III. Ringverbindung:

$$\sigma = \frac{r^2}{R^2 - r^2}\left[0{,}7 + 1{,}3 \frac{R^2}{z^2}\right] p \quad . \; . \; . \; 4\,c)$$

IV. Innerer Hohlcylinder, für sich allein unter innerer Pressung p stehend:

$$\sigma = \frac{r^2}{\varrho^2 - r^2}\left[0{,}7 + 1{,}3 \frac{\varrho^2}{z^2}\right] p \quad . \; . \; . \; 4\,d)$$

Wenn nun in diese Gleichung 4) die Grenzwerte für den Radialabstand z, also $z = (r, \varrho, R)$ eingeführt und die tangentialen Hauptspannungen in den Ringflächen berechnet werden, so ergibt die Summation der Einzelspannungen resultierende Anstrengungen. Z. B.

$$\left.\begin{aligned} (I\sigma_i + III\sigma_i) &= \sigma_i \text{ im Abstande } z = r \\ (II\sigma_i + III\sigma_\varrho) &= \sigma_i \quad „ \quad „ \quad z = \varrho \\ (II\sigma_a + III\sigma_a) &= \sigma_a \quad „ \quad „ \quad z = R \end{aligned}\right\} \quad . \; 5)$$

worin σ_i und σ_a Spannung an der inneren bezw. äusseren und σ_ϱ Spannung an der mittleren Berührungsfläche bedeutet.

Sind dagegen bei gegebener Pressflüssigkeit p die Materialanstrengungen σ vorgeschrieben, so kann bei Benutzung der Gleichungen 5) und 4) die radiale Pressung p_s bezw. das Schrumpfmass ermittelt werden.

Besteht der innere Hohlcylinder aus Gusseisen oder Stahlguss, der Schrumpfring aber aus Schmiedeeisen oder Stahl, so muss in die Beziehungen für die spezifischen Dehnungen auch der entsprechende Dehnungskoeffizient α_1 oder α eingesetzt werden.

$$\text{Allgemein:} \left\{\begin{aligned} &\text{Spannung} \quad . \; . \; \sigma = \frac{\varepsilon}{\alpha}, \\ &\text{Spez. Dehnung } \sigma\alpha = \varepsilon. \end{aligned}\right.$$

Die Schrumpfringcylinder des Schiffshebewerkes von La Louvière in Belgien.

Jeder der beiden für einen Kolbenhub von 15 m bemessenen Presscylinder (vgl. *D. p. J.* 1890 **277*** 551) besteht aus neun Stück 2 m hohen Gussröhren von 204 cm innerem Durchmesser und 10 cm Wandstärke, welche ihrer ganzen Länge nach mit 5 cm starken und 15,2 cm hohen, warm aufgezogenen Stahlringen verstärkt sind. Behufs Verschraubung der Rohrteile sind die Endringe jedes Teiles als Winkelstahle ausgebildet, welche, um ein Abstreifen zu verhindern, an einem 3 mm vorspringenden Rand des Cylinderstückes sich stützen. Es müssen daher sämtliche Stahlringe, abgesehen vom Schrumpfmass, vor dem Aufziehen so weit erwärmt werden, dass sie diesen 3 mm vorstehenden Rand bequem übergreifen können. Um die Rechnung zu vereinfachen, sind im Beispiel die Halbmesser abgerundet.

$r = 100$ cm innerer Cylinderhalbmesser,
$\varrho = 110$ „ äusserer „
$R = 115$ „ „ Halbmesser des Schrumpfrings.

Alsdann sind die Rechenwerte:

$$\varrho^2 = 1{,}21\, r^2, \quad R^2 = 1{,}32\, r^2, \quad \frac{r^2}{\varrho^2} = 0{,}826, \quad \frac{R^2}{\varrho^2} = 1{,}09,$$

$$\frac{\varrho^2}{\varrho^2 - r^2} = 5{,}76, \quad \frac{r^2}{R^2 - r^2} = 3{,}125,$$

$$\frac{\varrho^2}{R^2 - \varrho^2} = 11{,}0, \quad \frac{r^2}{\varrho^2 - r^2} = 4{,}76.$$

Im isolierten Cylinder ist für $z = r$ die durch den Schrumpfring veranlasste Materialdruckspannung an der inneren Hohlwand nach Gleichung 4a):

$$I\sigma_i = -\frac{\varrho^2}{\varrho^2 - r^2}\left[0{,}7 + 1{,}3\right] . p_s,$$
$$I\sigma_i = -11{,}52 . p_s;$$

dagegen die durch das Presswasser bedingte Zugspannung nach Gleichung 4c) für $z = r$:

$$III\sigma_i = \frac{r^2}{R^2 - r^2}\left[0{,}7 + 1{,}3 \frac{R^2}{r^2}\right] . p,$$
$$III\sigma_i = 7{,}55 . p.$$

Die resultierende Materialspannung an der inneren Hohlcylinderwand ist daher

$$\sigma = 7{,}55 p - 11{,}52 p_s.$$

Ist nun für eine Flüssigkeitspressung von $p = 40$ at eine Materialdruckspannung von $\sigma = 100$ kg/qcm zugelassen, so folgt

$$-100 = 7{,}55 \,.\, 40 - 11{,}52\, p_s,$$
$$11{,}52\, p_s = 302{,}0 + 100 = 402,$$
$$p_s = \frac{402}{11{,}52} = 34{,}9 \sim 35 \text{ at}$$

als spezifische radiale Pressung des Schrumpfringes.

Bei $p = 0$ wird der Stahlring nach dem warm Aufziehen mit $p_s = 35$ kg/qcm radial gespannt sein; es wird daher an seinem inneren Umfange für $z = \varrho$ eine tangentiale Hauptspannung nach Gleichung 4b) auftreten:

$$II\,\sigma_i = \frac{\varrho^2}{R^2 - \varrho^2}\left[0{,}7 + 1{,}3\,\frac{R^2}{\varrho^2}\right] p_s,$$
$$II\,\sigma_i = 11\,[0{,}7 + 1{,}3 \,.\, 1{,}09]\; 35,$$
$$II\,\sigma_i = 815 \text{ kg/qcm}.$$

Hierzu kommt die Hauptspannung der Ringverbindung für die Flüssigkeitspressung $p = 40$ at im Abstande $z = \varrho$ nach Gleichung 4c):

$$III\,\sigma_\varrho = \frac{r^2}{R^2 - r^2}\left[0{,}7 + 1{,}3\,\frac{R^2}{\varrho^2}\right] . \,p,$$
$$III\,\sigma_\varrho = 4{,}76\,[0{,}7 + 1{,}3 \,.\, 1{,}09] \,.\, p,$$
$$III\,\sigma_\varrho = 4{,}76\,[2{,}117] \,.\, 40 = 403{,}0 \text{ kg/qcm}.$$

Die resultierende Zugspannung an der inneren Fläche des Schrumpfringes ist daher

$$\sigma = II\,\sigma_i + III\,\sigma_\varrho = 815 + 403 = 1218 \text{ kg/qcm}.$$

Ist dagegen die Bedingung gestellt, dass das Cylindermaterial mit $\sigma = 100$ kg zuggespannt werde, wodurch das Material der Schrumpfringe entsprechend entlastet wird, so folgt nach

$$\sigma = 7{,}55\, p - 11{,}52\, p_s,$$
$$100 = 7{,}55 \,.\, 40 - 11{,}52\, p_s,$$
$$11{,}52\, p_s = 302 - 100 = 202,$$
$$p_s = \frac{202}{11{,}52} = 17{,}53 \text{ kg/qcm oder at radiale Pressung.}$$

Hiernach folgt

$$II\,\sigma_i = 11\,[0{,}7 + 1{,}3 \,.\, 1{,}09] \,.\, 17{,}5,$$
$$II\,\sigma_i = 407{,}5 \text{ kg/qcm}$$

und daher

$$\sigma = (II\,\sigma_i + III\,\sigma_\varrho) = 407 + 403 = 810 \text{ kg/qcm}$$

als Maximalanstrengung der Stahlringe.

Nun ist aber für eine Zuginanspruchnahme an der inneren Hohlcylinderwand von $\sigma = 100$ kg/qcm eine grösste Zuginanspruchnahme von $\sigma = 750$ kg an der Innenfläche der stählernen Schrumpfringe zugelassen, welche bei einer Wasserpressung von $p = 36$ at erreicht werden soll. Hiernach folgt die spezifische Kraftstärke p_s für den Schrumpfring nach Gleichung 4a) und 4c) bezw. deren Verbindung

$$\sigma = 7{,}55\, p - 11{,}52\, p_s,$$
$$11{,}52\, p_s = 7{,}55\, p - \sigma,$$
$$11{,}52\, p_s = 7{,}55 \,.\, 36 - 100,$$
$$11{,}52\, p_s = 272 - 100 = 172,$$
$$p_s = \frac{172}{11{,}52} = 14{,}93 \sim 15 \text{ at}.$$

Dementsprechend folgt nach Gleichung 4b)

$$II\,\sigma_i = 11\,[0{,}7 + 1{,}3 \,.\, 1{,}09]\, p_s =$$
$$II\,\sigma_i = 11\,[2{,}117]\, p_s = 23{,}287\, p_s$$

und nach Gleichung 4c) für $z = \varrho$

$$III\,\sigma_\varrho = 4{,}76\,[2{,}117]\, p = 10{,}08 \,.\, p.$$

Die resultierende Spannung an der Schrumpfringbohrung ist daher

$$\sigma = II\,\sigma_i + III\,\sigma_\varrho,$$
$$\sigma = 23{,}287\, p_s + 10{,}08\, p;$$

demgemäss

$$23{,}29\, p_s = \sigma - 10{,}08 \,.\, p,$$
$$p_s = \frac{\sigma - 10{,}08 \,.\, p}{23{,}29}$$

und für $\sigma = 750$ kg/qcm und $p = 36$ at eingesetzt, folgt

$$p_s = \frac{750 - 363}{23{,}29} = 16{,}6 \text{ at}.$$

Da aber p_s in beiden Fällen unbedingt gleich sein muss, so wird nach der ersten Annahme für $\sigma = 100$ kg/qcm Zuginanspruchnahme für das Gusseisen an der Cylinderhohlwand $p_s = 15$ at sein. Danach folgt für $p = 36$ at nach

$$\sigma = 23{,}29\, p_s + 10{,}08\, p,$$
$$\sigma = 23{,}29 \,.\, 15 + 10{,}08 \,.\, 36,$$
$$\sigma = 349 + 363,$$
$$\sigma = 712 \text{ kg/qcm}$$

Materialzugspannung an der inneren Schrumpfringfläche.

Dieser Zugspannung entsprechend muss die Ausbohrung ϱ_0 des isolierten Schrumpfringes im kalten Zustande berechnet werden.

Die unbereiften Cylinderteile wurden einzeln einer Druckprüfung mit $p = 40$ at Wasserpressung unterworfen. Dementsprechend wird das Material an der inneren Cylinderwand nach Gleichung 4d) für $z = r$ mit

$$IV\,\sigma_i = \frac{r^2}{\varrho^2 - r^2}\left[0{,}7 + 1{,}3\,\frac{\varrho^2}{r^2}\right] . \,p,$$
$$IV\,\sigma_i = 4{,}76\,[0{,}7 + 1{,}3 \,.\, 1{,}21] \,.\, p,$$
$$IV\,\sigma_i = 4{,}76\,[2{,}273] \,.\, p = 10{,}72\, p,$$
$$IV\,\sigma_i = 10{,}72 \,.\, 40 = 428{,}8 \sim 429 \text{ kg/qcm}$$

Zugspannung beansprucht, d. i. 4mal stärker als im bereiften, mit Schrumpfringen verstärkten Zustande.

Versuchsweise wurde ein solcher unbereifter Cylinderteil mit $p = 80$ at gepresst, so dass seine Zuginanspruchnahme auf $\sigma = 2 \,.\, 429 = 858$ kg/qcm gesteigert wurde. Bei einem bis zum Aeussersten getriebenen Pressversuch wurde ein unbereifter Cylinderteil mit $p = 146{,}5$ at zersprengt, was einer Bruchspannung von

$$\sigma = 10{,}72 \,.\, 146{,}5 = 1570 \text{ kg/qcm}$$

entsprechen würde.

Zerreissversuche mit Probestäben ergaben eine mittlere Bruchfestigkeit auf Zug von $k_z = 1700$ kg/qcm und eine Druckfestigkeit von $k_d = 7640$ kg/qcm.

Ein mit Schrumpfringen verstärkter Cylinderteil wurde mit einer Wasserpressung von $p = 265$ at geprüft, wobei der gusseiserne Cylinder allein und ohne Knall zersprang, während die Stahlreifen unverletzt geblieben waren.

Bei einer radialen Schrumpfringpressung von $p_s = 15$ at würde dies nach Gleichung 4a) und 4c) bezw. deren Verbindung

$$\sigma = 7{,}55 \,.\, p - 11{,}52\, p_s,$$
$$\sigma = 7{,}55 \,.\, 265 - 11{,}52 \,.\, 15,$$
$$\sigma = 2000 - 173 = 1827 \text{ kg/qcm}$$

Bruchfestigkeit ergeben.

Nach Zerreissversuchen hatte dieses Gusseisen

$$k_z = 1753 \text{ kg/qcm}$$

Zugfestigkeit und

$$k_b = 7349 \text{ kg/qcm}$$

Druckfestigkeit, während das Stahlmaterial der Schrumpfringe bei $\varepsilon = 0{,}2527$ spezifischer Dehnung eine Zugfestigkeit von $k_z = 4653$ kg/qcm hatte.

Bei diesem vorbeschriebenen Bruchversuch wurden die Stahlringe an der Innenfläche mit

$$\sigma = 23{,}29 \,.\, p_s + 10{,}08 \,.\, p,$$
$$\sigma = 23{,}29 \,.\, 15 + 10{,}08 \,.\, 265,$$
$$\sigma = 349 + 2671 = 3020 \text{ kg/qcm}$$

zuggespannt, also überangestrengt.

Die spezifische Dehnung des Stahlringes war in diesem Versuchsfall:

$$\varepsilon = \alpha \,.\, \sigma = \frac{3000}{2\,000\,000} = \frac{1}{666},$$

und

$$\lambda = \varepsilon \,.\, \varrho = \frac{3 \,.\, 1100}{2000} = \frac{3{,}3}{2} = 1{,}65 \text{ mm}$$

die Erweiterung des Halbmessers.

Für eine Radialpressung von $p_s = 15$ at beträgt die Ringmaterialspannung

$$II\,\sigma_i = 23{,}29 \,.\, p_s = 23{,}29 \,.\, 15,$$
$$II\,\sigma_i = 349\ {}^{kg}/_{qcm}$$

und

$$\sigma = 350\ {}^{kg}/_{qcm},$$

die spezifische Dehnung demnach

$$\varepsilon = \alpha \,.\, \sigma = \frac{350}{2\,000\,000}.$$

Unter dieser Radialpressung $p_s = 15$ at wird die äussere Wand des gusseisernen Cylinders nach Gleichung 4a) druckgespannt, und zwar für $z = \varrho$ mit

$$I\,\sigma_a = -\frac{\varrho^2}{\varrho^2 - r^2}\left[0{,}7 + 1{,}3\,\frac{r^2}{\varrho^2}\right].\, p_s,$$
$$I\,\sigma_a = -5{,}76\,[0{,}7 + 1{,}3 \,.\, 0{,}826] \,.\, p_s,$$
$$I\,\sigma_a = -5{,}76\,[0{,}7 + 1{,}074] \,.\, p_s,$$
$$I\,\sigma_a = -5{,}76\,[1{,}774] \,.\, p_s = -10{,}22 \,.\, p_s,$$

für $p_s = 15$

$$I\,\sigma_a = -153{,}3\ {}^{kg}/_{qcm},$$

rund

$$\sigma_1 = -150\ {}^{kg}/_{qcm}.$$

Die spezifische negative Dehnung (Verkürzung) des Cylinders ist daher

$$\varepsilon_1 = -\frac{\sigma_1}{\alpha_1} = -\frac{150}{1\,000\,000}.$$

Um den Betrag dieser spezifischen Verkürzung muss die Bohrung des Stahlreifens im kalten Zustande kleiner werden als bei starrem Cylindermaterial. Es ist daher die Ausbohrung des Stahlringes im kalten Zustande (bei $t = 15°$ C.)

$$\varrho_0 = \varrho\,(1 - \varepsilon_1) \,.\, (1 - \varepsilon),$$

also

$$\varrho_0 = \varrho\,[1 - (\varepsilon + \varepsilon_1)],$$

sofern $\varepsilon \,.\, \varepsilon_1$ vernachlässigt wird,

$$\varrho_0 = \varrho\left[1 - \left(\frac{350 + 300}{2\,000\,000}\right)\right],$$
$$\varrho_0 = 0{,}999675 \,.\, \varrho$$

und für $\varrho = 1100$ mm

$$\varrho_0 = 1099{,}64 \text{ mm} \backsim 1099{,}5 \text{ mm}.$$

Soll dieser Stahlreifen mit der Ausbohrung

$$\varrho_0 = 1099{,}5 \text{ mm}$$

über den 3 mm vorstehend angedrehten Cylinderrand bequem übergeschoben werden, so muss durch die Erwärmung eine Ringerweiterung um mindestens 3,5 mm, d. i. auf eine Weite

$$\varrho_1 = \varrho_0 + 3 + 0{,}5 = 1103 \text{ mm}$$

herbeigeführt werden.

Es war

$$\frac{1 + w \,.\, t_1}{1 + w \,.\, t} = \frac{\varrho_1}{\varrho_0},$$
$$1 + w t_1 = \frac{\varrho_1}{\varrho_0}\,(1 + w t),$$
$$w t_1 = \frac{\varrho_1}{\varrho_0}\,(1 + w t) - 1,$$

daher

$$t_1 = \frac{w}{1} \,.\left[\frac{\varrho_1}{\varrho_0}\,(1 + w t) - 1\right]$$

die Erwärmungstemperatur.

Da

$$w = \frac{1}{93\,000}$$

für je 1° C. der Ausdehnungskoeffizient für ungehärteten Stahl ist, so folgt für die Normaltemperatur

$$(1 + w t) = \left(1 + \frac{15}{93\,000}\right),$$
$$(1 + w t) = (1{,}00016),$$
$$\frac{\varrho_1}{\varrho_0} = \frac{1103}{1100} \backsim 1{,}003,$$
$$\frac{\varrho_1}{\varrho_0} \,.\, (1 + w t) = 1{,}003 \,.\, 1{,}00016 = 1{,}00316,$$
$$t_1 = \frac{1}{w} \,.\, [0{,}00316] = 93\,000 \,.\, 0{,}00316,$$
$$t_1 = 294°\text{ C.}$$

Dieses vorstehenden Cylinderrandes wegen muss die Erwärmung der Stahlringe bis an die Grenze der Blaubrüchigkeit $t = 300°$ C. erfolgen.

Der Kolben zu diesem Hebewerk besteht aus einem halbkugelförmigen Bodenstück, aus einem Kopfstück mit quadratischer Abschlussplatte und acht cylindrischen Mittelstücken von 2130 mm Baulänge, 2000 mm äusserem Durchmesser und 75 mm Wandstärke.

Die Inanspruchnahme dieses mit äusserem Flüssigkeitsdruck gespannten Kolbencylindermaterials ist, abgesehen von der Randverstärkung durch die inneren Verbindungsflanschen, nach Gleichung 4a) abgeändert mit

$$\sigma = -\frac{r^2}{r^2 - r_0^2}\left[0{,}7 + 1{,}3\,\frac{r_0^2}{z^2}\right].\, p$$

zu berechnen, worin

$$r_0 = r - 7{,}5 = 100 - 7{,}5 = 92{,}5 \text{ cm}$$

der innere Halbmesser des hohlcylindrischen Kolbens ist.

Für $z = r$ folgt alsdann:

$$\sigma_a = -\frac{1}{1 - 0{,}855}\,[0{,}7 + 1{,}3 \,.\, 0{,}855] \,.\, p,$$
$$\sigma_a = -\frac{1}{0{,}145}\,[0{,}7 + 1{,}11] \,.\, p,$$
$$\sigma_a = -6{,}897\,[1{,}81] \,.\, p = -12{,}48 \,.\, p,$$

für $p = 36$ folgt:

$$\sigma_a = -12{,}48 \,.\, 36 = -449{,}3\ {}^{kg}/_{qcm}$$

Druckinanspruchnahme in der äusseren Kolbenfläche.

Dagegen würde die Materialanstrengung an der inneren Hohlwand für $z = r_0$

$$\sigma_i = -6{,}897\,[2] \,.\, p = -13{,}794 \,.\, p,$$

d. i.

$$\sigma_i = -496{,}6\ {}^{kg}/_{qcm}$$

betragen.

Die mittlere Druckanstrengung stellte sich demnach auf

$$\sigma = \frac{\sigma_a + \sigma_i}{2} \,.\, p = \frac{12{,}48 + 13{,}79}{2} \,.\, p = -\frac{26{,}27}{2} \,.\, p,$$
$$\sigma = -13{,}135 \,.\, p = -473\ {}^{kg}/_{qcm}$$

und nach der Näherungsrechnung $f \,.\, \sigma = r \,.\, p$

$$\sigma = \frac{r}{7{,}5} \,.\, 36 = \frac{100}{7{,}5} \,.\, 36,$$
$$\sigma = 13{,}2 \,.\, 36 = 475\ {}^{kg}/_{qcm}$$

gleichmässige Druckanstrengung im normalen Wandquerschnitt f.

(Schluss folgt.)

Die Goldgewinnung in Transvaal.

Von Dr. **Chr. Heinzerling,** Frankfurt a. M.

Einer der interessantesten Gegenstände auf der Weltausstellung zu Paris ist die praktische Vorführung der Goldgewinnung auf den Goldminen in Transvaal. Die Transvaalrepublik hat 500 t Erz herübergeschickt und verarbeitet diese auf einer Modellanlage in gleicher Weise, wie dies gegenwärtig auf den Goldminen geschieht. Täglich werden ungefähr 2 t verarbeitet, so dass man durch die Vorführung ein Bild über die Goldgewinnung erhält, welches der Wirklichkeit vollkommen entspricht. Die ganze Modellanlage ist nach den neuesten Erfahrungen eingerichtet und wird von einem tüchtigen Ingenieur, Herrn *Ruoff*, überwacht, welcher in der liebenswürdigsten Weise mir alle Erläuterungen und Zahlen zukommen liess. Die Goldgewinnung ist vom technischen Standpunkt auf eine Art vervollkommnet worden, dass sie mustergültig genannt zu werden verdient. Man hat daher auch in den letzten Jahren dieses Verfahren in anderen Ländern: Australien, Amerika u. s. w., eingeführt, und in absehbarer Zeit dürfte es überall, wo Gold gewonnen wird, zur Anwendung kommen. Die für die Goldgewinnung notwendigen bedeutenden maschinellen Anlagen sind seither meistens von englischen und amerikanischen Firmen, besonders von *Fraser und Chalmers* in London, die auch die Modellanlage gebaut haben, ausgeführt worden. Um auf diesen wichtigen Industriezweig die deutsche Maschinenindustrie, die auf der Pariser Ausstellung so hervorragend vertreten ist, aufmerksam zu machen, soll die Anlage für Goldgewinnung etwas ausführlicher besprochen werden. Kein Ingenieur, der die Weltausstellung besucht, sollte es versäumen, die Anlage, die sich in der Nähe des Trocadero neben dem russisch-sibirischen Pavillon befindet, in Augenschein zu nehmen; dieselbe ist jeden Tag von zwei bis fünf Uhr in Betrieb.

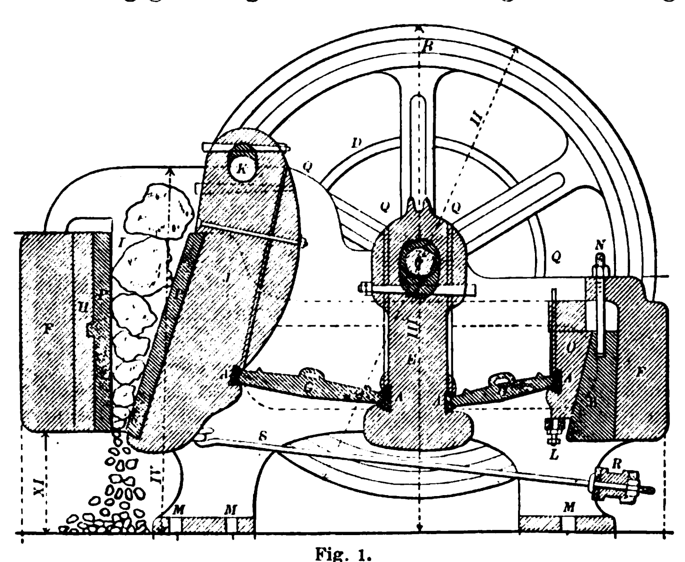


Fig. 1.

Blake'scher Steinbrecher von Fraser und Chalmers.

Aus einem kellerartigen Raume, der die Grube veranschaulichen soll, werden die Erze mit einem Aufzug auf ein Gerüst neben der Stampfmühle gehoben. Von dem Aufzug werden die Erze auf einen rotierenden Tisch gebracht, der zum Sortieren des Erzes dient. Die Erze werden mit Wasser befeuchtet, worauf das goldhaltige Quarzgestein von dem tauben Gestein leicht unterschieden werden kann. Letzteres wird durch Handscheidung entfernt. Von dem Sortiertisch gelangt das Erz auf einen *Blake*'schen Steinbrecher, von *Fraser und Chalmers* gebaut, der in Fig. 1 veranschaulicht ist. In Fig. 1 bedeutet *E* den Stössel, der durch einen Exzenter um 35 mm auf- und abwärts bewegt wird. Die Bewegung wird kniehebelförmig auf Platte *G* übertragen, welche die Backen *J* nach vorwärts stösst und dadurch die Steine zerdrückt. Die Rückwärtsbewegung erfolgt durch die Wirkung des Gummipuffers *R* mittels Zugstange *S*. Das von dem Steinbrecher fallende Erz gelangt in einen Füllkasten, der das Erz für den Tageskonsum aufnehmen kann; von letzterem wird es durch eine Speisevorrichtung den Stampfapparaten zugeführt. Die Speisevorrichtung Fig. 2 besteht aus einem Trichter mit einem darunter liegenden rotierenden Tisch, welcher letztere durch die Bewegung des mittleren Stempels der Stampfbatterie so verschoben wird, dass abwechselnd in jeden Mörser eine gewisse Menge Erz zugeführt wird. Früher wurde das Erz von Hand den Mörsern zugeführt, was jedoch zu Unregelmässigkeiten in der Verteilung führte und erheblich teurer war. Die Zuführung des Wassers erfolgt durch besondere Druckleitung und wird so reguliert, dass das hineinreichende zerkleinerte Stampfgut gleichmässig über den darunter befindlichen Amalgamationstisch abfliesst.

Eine Stampfbatterie besteht gewöhnlich aus fünf Stempeln, die je ein Gewicht von 380 bis 500 kg haben. Die Hubhöhe beträgt 20 bis 25 cm, ist veränderlich und kann entsprechend der Abnutzung der Stampfschuhe verstellt werden. Die Stempel fallen je 95mal in der Minute in der Reihenfolge 1-3-5-2-4.

Fig. 3 veranschaulicht eine Stempelanlage von zwei Batterien; dieselbe zeigt den Mörser auf der linken Seite mit Auslasssieb, auf der rechten ohne dasselbe und die fünf Stempel in ihren Fallstellungen; auch gibt sie ein Bild des Aufbaues des schweren Holzgerüstes, welches für eine solche Anlage erfordert wird. Die Hebung der Stempel erfolgt durch eine Welle vermittelst Daumen, deren Arbeitsflächen zur Vermeidung rascher Abnutzung cykloidische Form haben. Von Wichtigkeit ist das feste Aufkeilen der Daumen und geschieht dies nach einem von ***Blanton*** an-

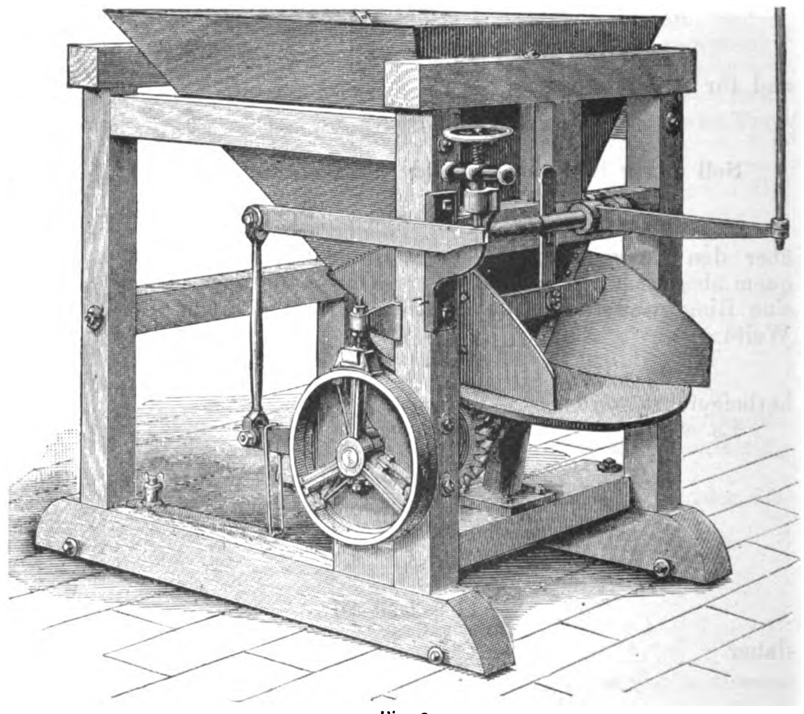


Fig. 2.

Speisevorrichtung.

gegebenen Verfahren. Die Keile greifen um die Hälfte der Welle herum, haben einen der Bewegungsrichtung der Wellen entgegengesetzten Anzug und ziehen sich so von selbst fest. Die Riemenscheibe der Daumenwelle ist aus Holz; eine eiserne würde bei den fortwährenden Vibrationen nicht lange halten, da das Eisen krystallinisch und brüchig würde. Vor jedem Mörser ist ein Sieb mit etwa 140 Maschen auf 1 qcm angebracht. Das Erz wird so fein verstampft, dass es mit dem Wasser durch das Sieb abfliesst. Das Stampfgut fliesst von den Mörsern über den darunter befindlichen Amalgamationstisch aus versilberten Kupferplatten, die mit einer Quecksilberschicht bestrichen sind.

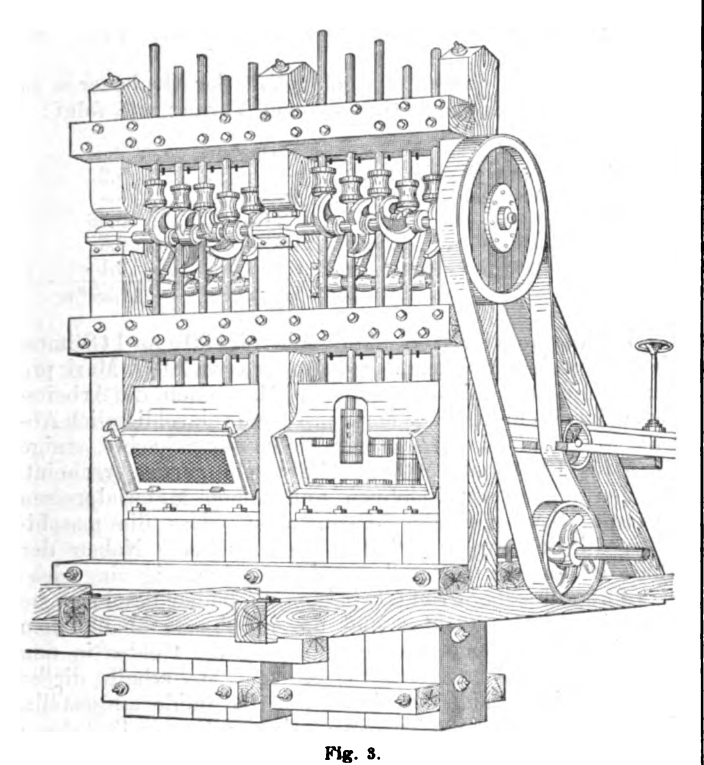


Fig. 3.
Stempelanlage für zwei Batterien nach Fraser und Chalmers.

Der Silberüberzug der Kupferplatten hat den Zweck, die Oxydation des Kupfers zu vermeiden. Das Quecksilber wird auf die versilberte Kupferplatte aufgespritzt und durch Bürsten verteilt und eingerieben. Von dem Amalgamationstisch fliesst das Stampfgut in eine Quecksilberfalle, in der mitgerissenes Amalgam abgeschieden wird. Dieselbe besteht aus einem Holzkasten, in welchem das Stampfgut ab- und aufsteigen muss, wodurch das mitgerissene schwere Quecksilberamalgam sich abscheidet und in dem Kasten liegen bleibt. Von der Quecksilberfalle fliesst das Stampfgut auf den Separationstisch, auf dem sich ebenfalls noch einige Fangvorrichtungen für mitgerissenes Amalgam befinden. Die Behandlung des Stampfgutes auf dem Separationstisch hat den Zweck, den schweren Schwefelkies von dem Sande zu trennen, und es werden dann diese beiden Produkte separat ausgelaugt. In neuerer Zeit erfolgt die Separierung des Schwefelkieses mittels der später zu beschreibenden Spitzkästen. Um mitgerissenes, fein verteiltes Gold vollständig abzuscheiden, wird das Stampfgut noch einmal über amalgamierte Kupferplatten geschüttelt. Der Separationstisch besteht aus einem Kautschukband ohne Ende, welches eine seitwärts schüttelnde Bewegung erhält (200 pro Minute) und gleichzeitig kontinuierlich fortbewegt wird; hierdurch sondern sich unter regelmässigem Zufluss von kleinen Strömen Wasser die Goldsande von dem Pyritsand. Da das Kautschukband eine absteigende Neigung (in entgegengesetzter Richtung der Bewegung des Bandes) hat, so fliessen die leichteren Goldsande mit dem Wasser entgegen der Bewegungsrichtung des Bandes ab, während die Pyritsande von dem Bande fortgeführt und an dessen höchster Stelle durch zuströmendes Wasser in einen Kasten gespült werden. Der Goldsand fliesst nach einem Raume, von dem er mittels Schöpfrad nach der Cyanidanlage gebracht wird. Diese Schöpfräder haben für grössere Anlagen bis zu 22 m Durchmesser. Der gehobene Goldsand gelangt nach dem Passieren eines sogen. Spitzkastens in den Sammelbehälter. Beim Durchlaufen des Spitzkastens wird eine partielle Trennung der Sande und Slimes erreicht. Letztere sind feinpulverige, mehr thonartige Massen, welche der Auslaugung mit Cyanidlauge Schwierigkeiten bereiten, da Lauge und Slimes schwer zu trennen sind. Die Gewinnung von Gold aus den Slimes ist erst in den letzten Jahren gelungen, und wird die dazu angewandte Methode später besprochen. Die Spitzkästen sind umgekehrte, oben und unten offene Pyramiden. Ab- und Zufluss des Stampfgutes sind so geregelt, dass der trichterförmige Kasten immer gefüllt ist. Die spezifisch leichteren Slimes fliessen durch ein oben seitwärts angebrachtes Rohr nach dem Sammelbehälter für die Slimes ab, während die Sande und ein Teil der Slimes aus der unteren Oeffnung der Spitzkästen nach deren Sammelbehältern gelangen. Letztere haben zwei gegenüberliegende Schleusenthore, durch die eine weitere Trennung der Slimes von dem Sande dadurch erreicht wird, dass man den Abfluss der leichteren, oben schwimmenden Slimes entsprechend der Sandhöhe in den Sammelbehältern regelt. Diese Regelung des Abflusses aus den Schleusenthoren geschieht durch Einlegen von Holzstäben in die Schleusenthore. Die in dem Sammelbehälter vorhandenen Sande werden durch eine Fallthür in einen darunter liegenden Behälter entleert, wobei gleichzeitig eine Auflockerung der festgepackten Sande stattfindet. Die Sammelbehälter, sowie die Behälter, in welchen die Behandlung des Goldsandes mit Kaliumcyanidlauge erfolgt, wurden früher aus Holz hergestellt; in neuerer Zeit verwendet man dagegen Stahlblechbehälter, die dauerhafter, dichter und billiger sind. Die Behälter, in welchen die Goldsande mit Cyanidlauge behandelt werden, haben einen Filterboden, der aus Holzstäben besteht, über welche zuerst eine Leinwanddecke, dann eine Kokosmatte und zuletzt wieder Holzstäbe befestigt werden. Letztere dienen zum Schutze des Filterbodens beim Entleeren der Behälter. Der leere Raum unterhalb des Filterbodens dient zur Aufnahme der durch Auslaugung erhaltenen Goldkaliumcyanidlösung. Da die Behandlung der Sande mit Kaliumcyanidlauge zur vollständigen Gewinnung des Goldes in den letzten Jahren grosse Bedeutung erlangt hat, sollen einige Erläuterungen zu diesem Verfahren gegeben werden.

Vor der Einführung der Cyanidauslaugung war die Goldgewinnung nur lohnend für Erze, die mindestens 22 bis 25 g Gold pro 1000 kg Erz enthielten. Durch Amalgamation wurden $^2/_3$ des Goldes, 15 bis 17 g, gewonnen, der Rest von 33 % verblieb in dem Sand. Nach Einführung des Cyanidverfahrens ist es möglich geworden, mit Vorteil noch Erze zu verarbeiten, die nur 15 g Gold pro Tonne Erz enthalten. Die Behandlung der Erze mit Cyanidlauge wurde zuerst von *Mc Arthur* in Vorschlag gebracht. Um die Lösung von Gold durch die Kaliumcyanidlauge zu beschleunigen und zu vervollständigen, wurde eine Reihe von chemischen Substanzen als Zusätze zu der Cyanidlauge empfohlen. Alle diese Zusätze haben sich als unnötig erwiesen, und heute extrahiert man nur noch mit einer Kaliumcyanidlösung und zwar einer konzentrierteren von 0,5 % und einer verdünnteren von 0,1 % Cyankaliumgehalt. Die Cyanidlösung wird auf die Sande gepumpt; auf einen Volumteil Sand kommt ein Teil Cyanidlösung und zwar $^1/_2$ Teil konzentrierte, $^1/_2$ Teil verdünnte. Letztere kann als Waschflüssigkeit betrachtet werden. Die durch Filtration von dem Sande getrennte Goldcyanidlösung fliesst aus den Auslaugebehältern nach den tiefer liegenden Niederschlagkästen. Gewöhnlich sind fünf solcher Kästen zu einer Batterie vereinigt. Die Kästen sind aus Holz und mit Zinkspänen gefüllt. Durch Oeffnungen in den Scheidewänden der einzelnen Kästen zirkuliert Goldcyanidlösung, von unten nach oben steigend, durch alle fünf Kästen, deren Böden nach einer Seite stark geneigt sind. Die einzelnen Kästen stehen durch kleine Bodenlöcher mit einem längsweise angebrachten Separatkasten in Verbindung, welcher unter Verschluss gehalten wird, um Diebstahl vorzubeugen; in demselben sammelt sich der aus der Goldcyanidlösung abgeschiedene Goldschlamm an und wird von Zeit zu Zeit entnommen. Die von den Niederschlagkästen kommende, von Gold befreite Cyanidlösung erhält einen Zusatz

von Cyankalium, um sie wieder auf geeignete Stärke zu bringen, und dient von neuem zum Auslaugen. Der Verlust an Cyankalium soll nur 1 % betragen. Der erhaltene Goldschlamm wird gewaschen, auf Filterpressen von der Waschflüssigkeit getrennt und auf Feingold verarbeitet.

Eine zweite Art der Ausfällung des Goldes aus der Goldcyanidlösung geschieht nach dem *Siemens und Halske*-schen Prozess auf elektrolytischem Wege. Als Anoden dienen Eisenplatten, als Kathoden, auf denen das Gold sich niederschlägt, werden schmale Streifen aus Bleifolien verwendet. Die Intensität des Stromes, die sehr gleichmässig gehalten werden muss, beträgt 0,06 Amp. pro engl. Quadratfuss Kathodenfläche, bei einer Spannung von 7 Volt. Das Verfahren hat gegenüber der Ausfällung durch Zinkspäne folgende Vorzüge:

1. wird das Gold vollkommener niedergeschlagen;
2. erhält man ein reineres Gold, das leichter auf Feingold verarbeitet werden kann;
3. kann zur Auslaugung aus den Erzen eine verdünntere Cyanidkaliumlösung verwendet werden, die, wie Versuche ergeben haben, nicht allein billiger und mindestens ebensogut als eine konzentriertere das Gold löst, sondern auch die übrigen in den Erzen enthaltenen metallischen Verbindungen wenig oder gar nicht angreift, wodurch man eine reinere Goldcyanidlösung erhält.

Wie schon vorher erwähnt, ist die Goldgewinnung aus den Slimes erst in den letzten Jahren mit Erfolg durchgeführt worden. Die Slimesverarbeitung konnte wegen Raummangels auf der Ausstellung nicht praktisch vorgeführt werden. Nach den mir von Herrn *Ruoff* gütigst gemachten Mitteilungen geschieht dieselbe auf den Transvaalminen folgendermassen: Die in ein Sammelbassin gepumpten Slimes werden durch eine Reihe der vorher beschriebenen Spitzkästen geleitet, wobei eine bedeutende Wasserabscheidung von den festen Bestandteilen der Slimes erzielt wird. Die Wirkung der Spitzkästen ist so bedeutend, dass die in die Spitzkästen eintretende Masse auf 1 Teil feste Substanz 30 Teile Wasser enthält, während die die Spitzkästen verlassende Masse nur noch 3 Teile Wasser auf 1 Teil feste Substanz enthält. Ehe die Slimes in die Spitzkästen geleitet werden, erhalten sie pro Tonne $2^1/_2$ kg gelöschten Kalk, um die durch Oxydation aus dem Pyrit entstandenen metallischen Verbindungen (Eisenvitriol) abzuscheiden. Die von den Spitzkästen kommenden Slimes werden in grossen Behältern mit Cyankaliumlösung behandelt. Die Cyanidlösung wird mit den Slimes entweder durch Rührwerke innig gemischt, oder es wird neuerdings die Masse durch Zentrifugalpumpen in Bewegung versetzt. Aus der durch Filtration von den Slimes erhaltenen Goldcyanidlösung wird das Gold in der vorher beschriebenen Weise gewonnen. Für eine tägliche Verarbeitung von 65 t Slimes sind die Spitzkästen etwa 8 m lang, $4^1/_2$ m breit, $1^1/_2$ m tief. Jeder Spitzkasten ist in 15 Abteilungen eingeteilt.

1 t Erz, wie es aus der Grube kommt, mit einem Goldgehalt von 18 g gibt durchschnittlich 750 kg sortiertes Erz und 250 kg taubes Gestein. In letzterem sind 0,936 g = 5,2 % des gesamten Goldgehalts enthalten.

Durch Amalgamation werden aus den 750 kg Erz 9,39 g = 52,2 % des Gesamtgoldgehaltes gewonnen.

Der sich ergebende Sand wird in Pyrite, gröberen Sand (sogen. Taillings) und Slimes getrennt und zwar ergeben sich:

a) aus den Pyriten, die 10 % des Sandes betragen und 0,736 g Gold enthalten, 0,652 g = 3,65 % Goldgewinn,

b) aus den Taillings, die der Menge nach 65 % betragen und 4,991 g Gold enthalten, durch die Kaliumcyanidbehandlung 3,992 g = 22,2 %,

c) aus den Slimes, die noch 1,919 g Gold enthalten, 1,533 g = 8,3 % des Gesamtgoldgehaltes des Erzes als Goldgewinn.

Nimmt man den Gesamtgoldgehalt der Grubenerze zu 100 %, so verteilen sich Gewinn und Verlust wie folgt:

	Gewinn	Verlust
Aus taubem Gestein	—	5,2
Durch Amalgamation	52,15	—
Aus Pyriten	3,65	0,56
Aus Taillings	22,2	5,5
Aus Slimes	8,35	2,1
	86,35 %	13,36 %.

Der Verbrauch von Cyankalium beträgt 90 g für 1 t Slimes. Die Kosten einer Mühlenanlage betragen etwa 10000 Mark pro Stempel einschliesslich Gebäude und Maschinen, die Arbeitskosten durchschnittlich 25 Mark pro Tonne einschliesslich Abbaukosten, was bei den enormen Tiefen der Schächte (einige gehen bis 1200 und 1500 m) relativ sehr gering erscheint. Bei den hohen Arbeitslöhnen und hohen Materialpreisen beweisen diese geringen Arbeitskosten, dass die maschinellen Einrichtungen auf der Höhe stehen. Neben der Mühle ist auf der Ausstellung ein zweckmässig eingerichtetes Laboratorium errichtet, in dem die früher beschriebene Abscheidung des Goldes und die in Transvaal üblichen analytischen Methoden der Bestimmung des Goldes in den Erzen praktisch ausgeführt werden. Ausserhalb dieser Demonstrationsanlage ist eine solide Pyramide aufgestellt, die die Goldproduktion Transvaals in den letzten 15 Jahren darstellt. Die Höhe derselben beträgt 15 m, die Grundfläche 5 qm. Als wirkliches Gold würde dieselbe 621 785 kg wiegen und einen Wert von 1710 Millionen Mark haben. In einem kleinen Seitengebäude ist ein Relief von Johannesburg und ein wichtiger Minendistrikt des Randes mit den Anlagen Ferreira, Ferreira Deep u. s. w. dargestellt. Die Besucher der Ausstellung seien noch besonders auf die Grubenausstellung aufmerksam gemacht, die ein gutes Bild des Bergbaues gibt. Die Goldindustrie von Transvaal muss in jeder Hinsicht als mustergültig angesehen werden. Ihre rasche Vervollkommnung hat sie dadurch erreicht, dass sie keine Kosten scheute, um die besten Kräfte heranzuziehen und die vollkommensten technischen Einrichtungen zur Anwendung zu bringen.

Bücherschau.

Lehrbuch der Photochromie. Von *Wilhelm Zenker*. Neu herausgegeben von Prof. Dr. *B. Schwalbe*. Braunschweig, Verlag von Fr. Vieweg und Sohn, 1900.

Die erste Auflage von *Zenker*'s „Lehrbuch der Photochromie" erschien im Jahre 1868 und enthielt die ausführliche Beschreibung der damals bekannten photochromischen Verfahren, sowie den Versuch einer Erklärung des Zustandekommens der Farben bei den genannten Prozessen der direkten Farbenphotographie. Damals fand das Buch, welches im Selbstverlage des Autors erschienen war, durchaus nicht jene Verbreitung, welche es verdient hätte. Erst seit *Lippmann* sein Verfahren zur Herstellung von Photographien in natürlichen Farben veröffentlichte, ist man auf *Zenker*'s Theorien, welche in dem genannten Werke niedergelegt sind, wieder aufmerksam geworden und dieselben haben in den Kreisen der Fachleute jene Anerkennung gefunden, welche sie so reichlich verdienen. Es ist ein Akt der Pietät gegen den im Vorjahre (1899) verstorbenen Forscher, dass sein Werk neu verlegt und mit einer Schilderung des Lebenslaufes und Aufzählung der Werke *Zenker*'s, sowie einem Anhange „Die Weiterentwickelung der Photochromie auf Grundlage von *Zenker*'s Theorie" (von *E. Tonn*) von seinem Freunde und Kollegen Dr. *Schwalbe* herausgegeben wurde. Das Werk wird gewiss jedem, der sich mit Studien über den Gegenstand beschäftigt, nützlich sein; möge es die weite Verbreitung finden, welche es verdient.

Eder.

Arnold Bergsträsser Verlagsbuchhandlung (A. Kröner) Stuttgart.
Druck der Union Deutsche Verlagsgesellschaft ebendaselbst.



DINGLERS POLYTECHNISCHES JOURNAL.

81. Jahrg., Bd. 315, Heft 31. Stuttgart, 4. August 1900.

Jährlich 52 Hefte in Quart. Abonnementspreis vierteljährlich 6 M., direkt franko unter Kreuzband für Deutschland und Oesterreich 6 M. 65 Pf., für das Ausland 7 M. 30 Pf. Redaktionelle Sendungen und Mitteilungen bittet man zu richten: An die Redaktion von „Dinglers Polytechn. Journal" in Stuttgart, die Expedition betreffende Schreiben an Arnold Bergsträsser Verlagsbuchhandlung (A. Kröner) Stuttgart.



Die Dampfmaschine als monocyklisches System betrachtet.

Von Ingenieur **Viktor Fischer.**

Zu der kleinen Betrachtung, die ich hier anzustellen gedenke, wurde ich bei der Lektüre von *Boltzmann*'s *Vorlesungen über Maxwell's Theorie der Elektrizität*, I. Teil (Leipzig, Johann Ambrosius Barth, 1891), durch die bei Besprechung der Theorie der cyklischen Bewegungen auf S. 5 gemachte Aeusserung angeregt:

„Räder mit Speichen oder Zähnen entsprechen unserer Definition nicht vollkommen, können aber doch als unechte Cykeln bezeichnet werden, insofern die Abweichungen nur unwesentliche Dinge betreffen; ja selbst Maschinen, bei denen wie beim Kolben der Dampfmaschine hin und her gehende, aber doch in kurzen Zeiträumen periodisch sich wiederholende Bewegungen vorkommen, dürften kaum ein von den Cykeln wesentlich abweichendes Verhalten zeigen."

„Es wird daher wohl auch die noch wenig behandelte Mechanik der Cykeln in der praktischen Maschinenlehre von Nutzen sein."

Indem ich diese Mahnung des berühmten Physikers beherzigte, habe ich in dem folgenden versucht, die Dampfmaschine als monocyklisches System darzustellen. Hierbei fand ich auch Gelegenheit zu einer Analogie mit elektrischen Erscheinungen, die ja gleichfalls den Gesetzen für cyklische Bewegungen gehorchen.

Vorerst will ich in kurzen Worten das Wesentliche der cyklischen Bewegungen erläutern, wobei ich mich an das erwähnte Buch von *Boltzmann* halte.

Eine cyklische Bewegung ist eine solche, bei deren Verlauf die einzelnen Teilchen des betrachteten Systems stets mit gleichen und gleichbewegten Teilchen wechseln. Das einfachste Beispiel dafür ist eine mit konstanter Geschwindigkeit rotierende Scheibe. Die Koordinaten, die den Bewegungsvorgang bestimmen, heissen die cyklischen, ihre Ableitungen nach der Zeit die cyklischen Geschwindigkeiten. Sind die Geschwindigkeiten aller bewegten Teile von einer einzigen Geschwindigkeit abhängig, so heisst das System ein monocyklisches, sind sie aber von mehreren Geschwindigkeiten abhängig, so spricht man von einem polycyklischen System. Die rotierende Scheibe ist also ein Monocykel, und als ihre cyklische Geschwindigkeit kann die Winkelgeschwindigkeit angenommen werden.

Wäre ein System nur durch seine cyklischen Geschwindigkeiten gegeben, so wäre seine Bewegung unveränderlich. Es treten aber bei den Erscheinungen, die wir eben als cyklische bezeichnen, noch andere, sogen. langsam veränderliche Koordinaten, auch Parameter genannt, auf, die die cyklischen Geschwindigkeiten derart beeinflussen, dass sowohl die Aenderungen der cyklischen Geschwindigkeiten nach der Zeit, demnach die cyklischen Beschleunigungen, als auch die Aenderungen der Parameter nach der Zeit gegenüber den cyklischen Geschwindigkeiten gering sind.

Bei der Dampfmaschine sind z. B. die cyklischen Beschleunigungen, also die Schwankungen der Kurbelgeschwindigkeit, gering gegenüber der Geschwindigkeit selbst. Parameter ist hier der Abstand der Schwungkugeln des Fliehkraftreglers von dessen Achse.

Ich muss mich hier, um nicht zu weitschweifig zu werden, mit diesen wenigen Andeutungen begnügen und auf die einschlägige Litteratur verweisen, glaube aber, dass dieselben zum Verständnis des Folgenden genügen werden.

Eins muss ich immerhin noch erwähnen. Man geht bei der Behandlung der cyklischen Bewegungen von den allgemeinen dynamischen Gleichungen in der *Lagrange*schen Form aus. Wenn ich dieselben hier auch anführe, so werde ich die folgenden einfachen Entwickelungen doch so führen, dass sie auch denjenigen, die mit den *Lagrange*schen Gleichungen nicht vertraut sind, vollkommen verständlich bleiben.

Die Ableitung der *Lagrange*'schen Gleichungen findet sich in zahlreichen Lehrbüchern, unter anderem in *Föppl's „Technischer Mechanik"*, Bd. IV, *Dynamik*.

Sie lauten:

$$P = \frac{d}{dt}\frac{\delta L}{\delta l'} - \frac{\delta L}{\delta l} \quad . \; . \; . \; . \; . \quad 1)$$

Dabei bedeutet L die kinetische Energie des betrachteten Systems, l eine allgemeine Koordinate, l' ihre Ableitung nach der Zeit und P die Kraft, die an der betreffenden Koordinate angreift.

Bezeichnen wir nun bei einer cyklischen Bewegung die cyklischen Koordinaten und die Kräfte, die an denselben wirken, gleichfalls mit l und L, während wir die Parameter k und die Kräfte, die an ihnen angreifen, K nennen, so lauten nach dem Vorhergehenden ihre allgemeinen Bewegungsgleichungen:

$$P = \frac{d}{dt}\frac{\delta L}{\delta l'} \quad . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \quad 2)$$

$$K = -\frac{\delta L}{\delta k} \quad . \; . \; . \; . \; . \; . \quad 3)$$

Die k' können wir eben vernachlässigen, und die l sind in dem Ausdruck für die kinetische Energie nicht enthalten. Mit anderen Worten: $L = f(l_1' k)$.

Führen wir in Gleichung 2) noch irgend einen Widerstand W ein, so geht dieselbe über in

$$P = \frac{d}{dt}\frac{\delta L}{\delta l'} + W \quad . \; . \; . \; . \; . \quad 2a)$$

Wir wollen nun untersuchen, ob und wie weit diese Gleichungen Gültigkeit für die Dampfmaschine besitzen, inwiefern wir dieselbe demnach als ein cyklisches System betrachten dürfen.

Vorerst wollen wir noch die Grösse jener Kraft bestimmen, die an einem beliebigen, um eine durch seinen Schwerpunkt gehende Achse drehbaren Körper in der Entfernung r von dieser Achse wirken muss, um die Drehung des Körpers zu beschleunigen, oder um denselben aus der Ruhelage auf eine bestimmte Rotationsgeschwindigkeit zu bringen.

Nach dem Prinzip von der Erhaltung der Energie muss die hierbei aufgewendete Arbeit gleich sein der Erhöhung der kinetischen Energie $\frac{\Theta\,\omega^2}{2}$ des Körpers, wobei Θ das Trägheitsmoment und ω die Winkelgeschwindigkeit bedeutet. $v = r\,\omega$ sei die Geschwindigkeit in jener Entfernung r von der Achse, in welcher die äussere Kraft T in tangentieller Richtung auf den Körper wirke. Es gilt dann für ein Zeitdifferential

$$T\,v\,d\,t = T\,r\,\omega\,d\,t = \Theta\,\omega\,d\,\omega = \Theta\,\frac{v}{r^2}\,d\,v$$

$$T = \frac{\Theta}{r}\,\frac{d\,\omega}{d\,t} = \frac{\Theta}{r^2}\,\frac{d\,v}{d\,t} \quad \ldots \quad 4)$$

Man pflegt zwar bei Rotationen nur das Moment $T\,r$ des auftretenden Kräftepaares in Betracht zu ziehen. Da es sich uns aber nicht um die Grösse dieses Momentes, sondern speziell um die Grösse der im Radius r auszuübenden Kraft handelt, so wählen wir diese Darstellung, die ja an dem Wesen der Sache nichts ändert. Es ist die Kraft selbst dem Radius verkehrt proportional, während das Moment für eine bestimmte Winkelgeschwindigkeit überall denselben Wert hat.

Das in 4) erhaltene Resultat können wir nun sofort auf das Schwungrad anwenden, wenn wir dieses, sowie die mit demselben starr verbundene Kurbel für sich betrachten. T bedeutet jetzt die durch die Schubstange auf den Kurbelzapfen, also im Kurbelradius r übertragene Tangentialkraft, Θ ist das Trägheitsmoment des Schwungrades, ω die Winkelgeschwindigkeit und v die Geschwindigkeit des Kurbelzapfens. Ausserdem wirkt im Kurbelzapfen entgegen der Tangentialkraft ein von den Formänderungsarbeiten der Werkzeugmaschinen herrührender Widerstand W.

Wir können daher für die am Kurbelzapfen wirkenden Kräfte die Gleichung anschreiben

$$\left.\begin{aligned} T &= \frac{\Theta}{r}\,\frac{d\,\omega}{d\,t} + W \\ T &= \frac{\Theta}{r^2}\,\frac{d\,v}{d\,t} + W \end{aligned}\right\} \quad \ldots \quad 2\text{c})$$

Diese Gleichung sagt uns: Wenn $T > W$, ist $\frac{\Theta}{r}\,\frac{d\,\omega}{d\,t}$ positiv, auf das Schwungrad wirkt jetzt eine beschleunigende Kraft $T - W$, wenn $T < W$, ist $\frac{\Theta}{r}\,\frac{d\,\omega}{d\,t}$ negativ, auf das Schwungrad wirkt jetzt in umgekehrter Richtung eine verzögernde Kraft $W - T$.

In jenen Punkten, wo $T = 0$, also in den beiden Totlagen, wird

$$\frac{\Theta}{r}\,\frac{d\omega}{dt} = W.$$

In diesen beiden Momenten rührt also die dem Widerstand W entgegenwirkende Kraft bloss von dem sich verzögernden Schwungrad her.

In den Punkten, wo $T = W$, wird

$$\frac{\Theta}{r}\,\frac{d\omega}{dt} = 0.$$

Hier geht der Wechsel zwischen Beschleunigung und Verzögerung vor sich, die Geschwindigkeit erreicht demnach in diesen Punkten ihre Maximal- und Minimalwerte.

Die graphische Darstellung dieser Verhältnisse, sowie die Veranschaulichung des durch den stationären Zustand gleichzeitig bedingten Energieausgleiches, ist uns durch das *Radinger*'sche Tangentialdruckdiagramm gegeben. Nehmen wir bei einem als konstant vorausgesetzten Widerstand die Widerstandslinie als Abscissenachse an, so ergibt sich aus dem Diagramm direkt der Verlauf der Trägheitskräfte $\frac{\Theta}{r}\,\frac{d\,\omega}{d\,t}$, bezogen auf den Weg des Kurbelzapfens.

In Bezug auf die Gleichförmigkeit des Ganges ersehen wir aus Gleichung 2c) bereits die Thatsache, dass damit die Winkelbeschleunigungen gering bleiben, die Geschwindigkeiten also nach einer möglichst flachen Kurve verlaufen sollen, das Trägheitsmoment des Schwungrades dementsprechend gross sein muss, und dass ein kleiner Kurbelradius, mithin ein kleiner Kolbenhub jedenfalls günstig auf die Gleichförmigkeit wirkt; obwohl der letztere Umstand weniger von Belang ist, da man den Hub ohnedies nicht grösser als notwendig macht.

Ein anderer Umstand wäre aber bezüglich der Gleichförmigkeit noch zu erwähnen. Wir haben bisher nur das Schwungrad in Betracht gezogen. Nun ist dieses nicht die einzige rotierende Masse, sondern es rotieren mit ihm noch alle Riemenscheiben, Wellen u. s. w., und es werden alle in drehender Bewegung befindlichen Teile, deren Geschwindigkeit von der Winkelgeschwindigkeit der Kurbel abhängig ist, die also mit beschleunigt und verzögert werden, gleichfalls zur Gleichförmigkeit des Ganges beitragen. Ich will dies an einem einfachen Beispiel erläutern.

Wir hätten einen einfachen Riementrieb (Fig. 1) gegeben. Der Einfachheit halber wollen wir die Masse der

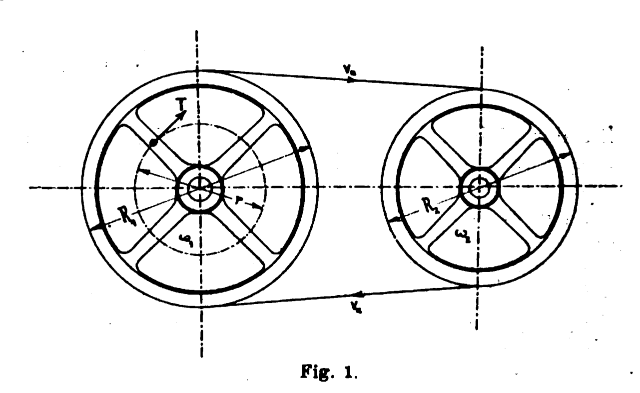


Fig. 1.

Nabe und der Arme vernachlässigen, so dass für die kinetische Energie der rotierenden Scheiben nur die Masse der beiden Ringe in Betracht kommt. Die Umfangsgeschwindigkeit v_u muss für beide Scheiben gleich gross sein, wenn die Bewegung ohne Gleiten erfolgt, was wir voraussetzen wollen. An der einen Scheibe sei im Abstand r vom Mittelpunkt ein Bolzen angebracht, an dem eine tangentielle Kraft T wirke. Wir fragen uns wieder, wie gross dieselbe sein muss, um die rotierenden Scheiben zu beschleunigen.

Die gesamte kinetische Energie L ist jetzt gleich der Summe der kinetischen Energien beider Scheiben, also

$$L = L_1 + L_2 = \frac{\Theta_1\,\omega_1^2}{2} + \frac{\Theta_2\,\omega_2^2}{2}.$$

Nach dem Prinzip der Erhaltung der Energie können wir daher schreiben:

$$T\,v\,d\,t = T\,r\,\omega_1\,d\,t = d\,L = \Theta_1\,\omega_1\,d\,\omega_1 + \Theta_2\,\omega_2\,d\,\omega_2.$$

Nun ist aber $\Theta_1 = m_1\,r_1^2$ und $\Theta_2 = m_2\,r_2^2$, wobei r_1 und r_2 die Radien der Schwerlinien, m_1 und m_2 die Massen der beiden Ringe bedeuten. Für m_1 und m_2 können wir aber auch schreiben:

$$m_1 = \mu\,f\,.\,2\,r_1\,\pi,\quad m_2 = \mu\,f\,2\,r_2\,\pi.$$

Dabei ist μ die Masse pro Volumeinheit, also die Dichtigkeit, f der Querschnitt der Ringe, den wir für beide gleich gross annehmen wollen. Für das Verhältnis der beiden Trägheitsmomente ergibt sich demnach:

$$\frac{\Theta_2}{\Theta_1} = \frac{\mu\,f\,2\,r_2\,\pi\,r_2^2}{\mu\,f\,2\,r_1\,\pi\,r_1^2} = \frac{r_2^3}{r_1^3}$$

$$\Theta_2 = \left(\frac{r_2}{r_1}\right)^3 \Theta_1.$$

Für das Verhältnis der Winkelgeschwindigkeiten erhalten wir

$$v_u = \omega_1\,R_1 = \omega_2\,R_2.$$

$$\omega_2 = \frac{R_1}{R_2}\,\omega_1;\quad d\,\omega_2 = \frac{R_1}{R_2}\,d\,\omega_1.$$

Nehmen wir nun an, dass r_1 und R_1, sowie r_2 und R_2 so wenig voneinander verschieden sind, dass wir sie als gleich betrachten können, was ja den thatsächlichen Aus-

führungen der Riemenscheiben entspricht, und führen wir die gefundenen Werte für Θ_2 und ω_2 in die Energiegleichung ein, so ergibt sich:

$$T r \omega_1 dt = \Theta_1 \omega_1 d\omega_1 + \left(\frac{R_2}{R_1}\right)^2 \left(\frac{R_1}{R_2}\right)^2 \Theta_1 \omega_1 d\omega_1$$

$$T = \frac{\Theta_1}{r}\left(1 + \frac{R_2}{R_1}\right)\frac{d\omega_1}{dt} \quad . \; . \; . \; 5)$$

Stellen wir uns nun unter der treibenden Scheibe das Schwungrad einer Dampfmaschine, unter der angetriebenen die Gegenscheibe vor, und nehmen wir das Uebersetzungsverhältnis $^1/_2$ an, so entspricht das gewissermassen einer Vergrösserung des Schwungradträgheitsmomentes um 50 %. Freilich müssten wir dann auch den Ring der Gegenscheibe als Schwungmasse ausbilden, aber selbst, wenn wir das Verhältnis der Ringquerschnitte als $^1/_2$ annehmen, bleiben 25 %, was noch immer eine ziemliche Erhöhung der Gleichförmigkeit zur Folge haben dürfte.

Nehmen wir die beiden betrachteten Scheiben als homogen an, so dass sich ihre Trägheitsmomente durch

$$\Theta_1 = \frac{m_1 R_1^2}{2}, \quad \Theta_2 = \frac{m_2 R_2^2}{2},$$

und ihre Massen durch $m_1 = \mu R_1^2 \pi l \, m_2 = \mu R_2^2 \pi l$ ausdrücken lassen, wobei l die Breite der Scheiben bedeutet, so erhalten wir, was leicht nachzurechnen ist, für

$$T = \frac{\Theta_1}{r}\left[1 + \left(\frac{R_2}{R_1}\right)^2\right]\frac{d\omega_1}{dt} \quad . \; . \; . \; 6)$$

Sind nun auf der angetriebenen Welle ausser der einen Scheibe noch eine beliebige Anzahl um ihren Schwerpunkt rotierender Massen mit den auf die Wellenachse bezogenen Trägheitsmomenten Θ_3, Θ_4 u. s. w. gegeben, so wird der Ausdruck für die gesamte kinetische Energie

$$L = \frac{\Theta_1 \omega_1^2}{2} + \frac{\Theta_2 \omega_2^2}{2} + \frac{\Theta_3 \omega_2^2}{2} + \ldots = \frac{\Theta_1 \omega_1^2}{2} + \frac{\Theta_s \omega_2^2}{2},$$

wenn wir

$$\Theta_2 + \Theta_3 + \ldots = \Theta_s$$

setzen.

Der allgemeine Ausdruck für die dieses System beschleunigende Kraft ergibt sich daher aus

$$T r \omega_1 dt = \left[\Theta_1 + \left(\frac{R_1}{R_2}\right)^2 \Theta_s\right] \omega_1 d\omega_1$$

$$T = \frac{1}{r}\left[\Theta_1 + \left(\frac{R_1}{R_2}\right)^2 \Theta_s\right]\frac{d\omega_1}{dt} \quad . \; . \; 7)$$

Eine Erweiterung dieses Ausdrucks für eine beliebige Anzahl von Wellensträngen liegt auf der Hand, und es dürfte hiermit der Einfluss sämtlicher rotierender Teile, also der gesamten Transmission auf die Gleichförmigkeit des Ganges genügend klar gelegt sein [1]).

Kehren wir wieder zur Gleichung 2c) zurück. Wir sehen, dass wir dieselbe auch direkt aus Gleichung 2) für die cyklischen Bewegungen hätten ableiten können, denn es ist hier

$$L = \frac{\Theta \omega^2}{2}$$

und

$$l' = v = r\omega,$$

daher ist

$$\frac{\delta L}{\delta l'} = \frac{\delta L}{r \delta \omega} = \frac{\Theta}{r}\omega$$

$$\frac{d}{dt}\frac{\delta L}{\delta l'} = \frac{\Theta}{r}\frac{d\omega}{dt}.$$

[1]) Für die thatsächlichen Verhältnisse dürfen wir sowohl das Gleiten als auch die Elastizität der Riemen und Seile nicht vernachlässigen. Es wird dadurch die angetriebene Scheibe den Geschwindigkeitsschwankungen des Schwungrades nicht so folgen können, und diese dadurch gewissermassen nur gedämpft übertragen werden. Daher wird die Vorgelegewelle mit einer grösseren Gleichförmigkeit umlaufen als die Schwungradwelle, was auch *Radinger* in „Dampfmaschinen mit hoher Kolbengeschwindigkeit", 3. Auflage, auf S. 338 anführt. Diesem Umstande müssten wir also noch Rechnung tragen, indem wir in unseren Gleichungen einen durch Versuche festzustellenden Erfahrungskoeffizienten einführten.

Für die Kraft gilt also

$$T = \frac{\Theta}{r}\frac{d\omega}{dt} + W.$$

Dies ist dieselbe Gleichung, die wir bereits auf anderem Wege erhalten haben. Ziehen wir ausser dem Schwungrad auch noch die gesamte Transmission in Betracht, so müssen wir den entsprechenden Gesamtwert der kinetischen Energie aller rotierenden Teile in die Gleichung einführen und erhalten ein Resultat, das dem der Gleichung 7) entspricht.

Zu jeder cyklischen Bewegung gehören aber, wie bereits erwähnt, auch Parameter. Dem Wesen eines solchen entspricht nun vollständig der Abstand der Schwungkugeln des Fliehkraftreglers von seiner Achse. Nennen wir den ersteren k, die Masse der letzteren m und die durch ein bestimmtes Uebersetzungsverhältnis gegebene Winkelgeschwindigkeit des Reglers ω_k, und bedenken wir weiter, dass k nur in dem Ausdruck

$$L_k = \frac{m k^2 \omega_k^2}{2}$$

der kinetischen Energie der Schwungkugeln enthalten ist, demnach die kinetische Energie der übrigen Massen bei einer partiellen Differentiation nach k ausser Betracht kommt, so ergibt sich aus Gleichung 3)

$$K = -\frac{\delta L_k}{\delta k} = -m k \omega_k^2 \quad . \; . \; . \; 3a)$$

Mithin haben wir das vorauszusehende Resultat erhalten, dass die an den Schwungkugeln angreifende Kraft mit deren Fliehkraft gleich gross und ihr entgegenwirkend sein muss.

Wir sehen also, dass die Bewegungen des Schwungrades und der Transmission den allgemeinen Gleichungen für ein monocyklisches System entsprechen, dass sie uns also in der That ein monocyklisches System vorstellen.

Etwas anders gestaltet sich die Sache, wenn wir auch die Bewegung des Kolbens in Betracht ziehen. Hier ist die Bedingung, dass die Beschleunigungen gering sind gegenüber den Geschwindigkeiten, auch nicht annähernd erfüllt, denn die ersteren erhalten ganz beträchtliche Werte. Wir können höchstens die Bewegung des Kolbens annähernd als harmonische Bewegung, demnach als die Projektion einer konstanten Kreisbewegung in deren Durchmesser auffassen. Dann können wir auch sagen, dass die Kolbenbewegung die Projektion einer cyklischen Bewegung ist und uns die Masse m des Kolbens und der übrigen hin und her gehenden Teile, wie es üblich ist, im Kurbelzapfen konzentriert denken, wobei wir die Kurbelgeschwindigkeit als konstant betrachten. Wir müssen aber dabei im Auge behalten, dass eine konstante Kurbelgeschwindigkeit für die thatsächlichen Verhältnisse widersinnig wäre, da die Schwankungen derselben durch das Wesen des Kurbelmechanismus bedingt und daher unerlässlich sind; denn nur durch diese und die durch sie bedingten Trägheitskräfte ist eine dauernde Bewegung möglich.

Auf den Kolben wirkt der Dampfdruck. Dieser hat die hin und her gehenden Massen zu beschleunigen, den Gegendruck und den von der Kurbel auf den Kreuzkopf übertragenen Horizontaldruck zu überwinden. Daher lautet die Bewegungsgleichung für den Kolben:

$$P_1 = m\frac{dv}{dt} + H + P_2; \quad . \; . \; . \; . \; . \; 8)$$

wenn wir unter P_1 den Gesamtdruck des Dampfes, unter P_2 den Gegendruck und unter H den Horizontaldruck verstehen.

Führen wir die bekannten Beziehungen, z. B. für unendliche Stangenlänge, in Gleichung 8) ein, so geht sie über in

$$P_1 = F \cos\alpha + H + P_2; \quad . \; . \; . \; . \; 8a)$$

wobei F die Fliehkraft der im Kurbelkreis konzentriert gedachten Masse m und α den Kurbelwinkel bedeutet.

Wenn wir die bisherigen Betrachtungen überblicken, drängt sich uns eine Analogie mit einer Gleichstromdynamomaschine von selbst auf.

Ebenso wie dort die bald in positiver, bald in negativer Richtung angenähert nach einer Sinuslinie verlaufende Stromstärke durch einen Stromwender in einen nur mehr in geringem Mass um einen konstanten Wert schwankenden Strom umgewandelt wird, den die Leitung in einer bestimmten Richtung fortführt, ebenso wird bei der Dampfmaschine die bald positive, bald negative Geschwindigkeit des Kolbens, die, wenn wir sie uns statt auf den Kolbenweg, auf den ausgestreckten Kurbelkreis bezogen denken, gleichfalls in erster Annäherung nach einer Sinuslinie verlauft, durch den Kurbelmechanismus in eine nur mehr geringen Schwankungen unterworfene Geschwindigkeit umgewandelt, die durch einen Wellenstrang in bestimmter Richtung fortgeleitet wird.

Eine ähnliche Analogie besteht bezüglich der elektromotorischen Kraft der Selbstinduktion und der Trägheitskraft der hin und her gehenden Massen. An Stelle des Selbstinduktionskoeffizienten tritt hier die Masse, und der Verlauf der Trägheitskräfte bezogen auf den gestreckten Kurbelkreis, geschieht hier ebenfalls wie bei der E.M.K. der Selbstinduktion nach einer gegen die Geschwindigkeit um 90° in der Phase verschobenen Sinuslinie. (Bezieht man die Trägheitskräfte auf den Kolbenweg, so ist deren Verlauf bekanntlich durch eine gerade Linie dargestellt, wenn unendliche Stangenlänge vorausgesetzt wird.) Bezüglich der übrigen Grössen ist eine Analogie nicht möglich, da die treibende E.M.K. wieder als eine einfache Harmonische angesehen werden kann, während der Dampfdruck nach einem ganz anderen Gesetz verläuft; ebenso können wir den Reibungswiderstand nicht in Analogie bringen zu der der Stromstärke proportionalen E.M.K. des Leitungswiderstandes.

Die allgemeinen dynamischen Grundgleichungen, von denen wir ausgehen, sind aber hier wie dort dieselben.

Fassen wir nun das Resultat unserer Analogie zusammen, so ergibt sich folgendes:

$$v = V \sin(\omega t)$$
$$f = -F \sin\left(\omega t - \frac{\pi}{2}\right)$$
$$i = J \sin(\omega t)$$
$$e = -E \sin\left(\omega t - \frac{\pi}{2}\right).$$

Dabei bedeutet v die Kolbengeschwindigkeit und f die Trägheitskraft, i die Stromstärke und e die elektromotorische Kraft der Selbstinduktion, während uns die grossen Buchstaben deren Maximalwerte vorstellen. Ferner bedeutet ω die Winkelgeschwindigkeit und t die Zeit.

Zum Schlusse wollen wir noch sehen, wie sich die Verhältnisse gestalten, wenn wir auf den Mechanismus der Dampfmaschine die *Lagrange*'schen Gleichungen in ihrer allgemeinen, also durch 1) gegebenen Form anwenden. Dabei nehmen wir der Einfachheit halber unendliche Stangenlänge an und ziehen bloss den ersten Wellenstrang der Transmission in Betracht.

Den Antriebspunkt wählen wir in der Entfernung *1*, damit wir bei der Differentiation das r nicht mitschleppen müssen. Es besteht aber dann zwischen der in der Entfernung *1* gedachten Tangentialkraft T_1 und der im Kurbelzapfen thatsächlich wirkenden Tangentialkraft T die Beziehung $T_1 = T \cdot r$. Wir haben dann für $l = \alpha$ und für $l' = \omega$ zu setzen.

Der Ausdruck für die kinetische Energie lautet:

$$L = \left[\Theta + \left(\frac{R_1}{R_2}\right)^2 \Theta_s\right] \frac{\omega^2}{2} + \frac{m (r \omega \sin \alpha)^2}{2},$$

daher ist

$$\frac{\delta L}{\delta \omega} = \left[\Theta + \left(\frac{R_1}{R_2}\right)^2 \Theta_s\right] \omega + m r^2 \sin^2 \alpha \, \omega$$

$$\frac{d}{dt} \frac{\delta L}{\delta \omega} = \left[\Theta + \left(\frac{R_1}{R_2}\right)^2 \Theta_s\right] \frac{d\omega}{dt}$$

$$+ m r^2 \sin^2 \alpha \frac{d\omega}{dt} + 2 m r^2 \omega^2 \sin \alpha \cos \alpha$$

$$\frac{\delta L}{\delta \alpha} = m r^2 \omega^2 \sin \alpha \cos \alpha$$

Mithin erhalten wir

$$T_1 = \left[\Theta + \left(\frac{R_1}{R_2}\right)^2 \Theta_s\right] \frac{d\omega}{dt}$$

$$+ m r^2 \sin^2 \alpha \frac{d\omega}{dt} + m r^2 \omega^2 \sin \alpha \cos \alpha$$

$$T = \frac{1}{r}\left[\Theta + \left(\frac{R_1}{R_2}\right)^2 \Theta_s\right] \frac{d\omega}{dt}$$

$$+ m \left(r \sin \alpha \frac{d\omega}{dt} + r \omega^2 \cos \alpha\right) \sin \alpha + W \quad . \quad . \quad 9)$$

Dies ist der thatsächliche Ausdruck für die im Kurbelkreis auftretenden Kräfte, wenn unendliche Stangenlänge vorausgesetzt wird. Der Ausdruck kompliziert sich in entsprechender Weise für endliche Stangenlänge.

Das zweite Glied der Gleichung 9) hat übrigens eine sehr einfache Bedeutung. Da die Kolbengeschwindigkeit $v = r \omega \sin \alpha$ ist, so ist die Beschleunigung

$$\frac{dv}{dt} = r \omega^2 \cos \alpha + r \sin \alpha \frac{d\omega}{dt}.$$

Daher stellt uns der zweite Ausdruck die Komponente der Kolbenträgheitskraft in Richtung der Tangentialkraft dar.

Da diese Komponente stets klein gegenüber den übrigen Grössen in Gleichung 9) sein wird, so können wir sie vernachlässigen, und es drückt dann 9) die bereits früher abgeleitete, den Gesetzen der cyklischen Bewegungen gehorchende Beziehung aus. Wir können daher die Dampfmaschine, trotz der nicht eigentlich cyklischen Bewegungsverhältnisse der hin und her gehenden Massen auf Grund dieser Vernachlässigung als ein monocyklisches System betrachten.

Der gespannte Hohlcylinder.

Von Professor **Pregél**, Chemnitz.

(Schluss von S. 476 d. Bd.)

J. H. Dunbar's Versuche mit gespannten Hohlringen.

Gusseiserne Hohlringe a (Fig. 1 bis 3) von 50,7 mm Höhe, mit einem 0,8 mm hohen und 2,38 mm breiten Innenrand d (Fig. 2) versehen, erhalten bei gleichbleibender Bohrung $d = 101{,}6$ mm (genau 101,598 mm = 4" engl.) äussere Durchmesser D von wechselnder Grösse. Diese Versuchsstücke stützen sich auf einen Grundring b, welcher an den Arbeitscylinder c aufgeschraubt ist, in dessen Bohrung der Kolben f mit 6,4514 qcm Querschnitt und 19,00 mm Hub arbeitet.



Versuchsergebnisse der Ringe A bis D.

Nr.	Beziehungen	A	B	C	D	E	Anmerkungen
1	Aeusserer Halbmesser R	117,5	104,8	89,4	77,05	101,6	
2	Innerer Halbmesser r	50,8	50,8	50,8	50,80	50,8	
3	Ringquerschnitt $f = (R - r) . 1$	6,66	5,40	3,86	2,675	5,08	
4	Mittlere Materialspannung $\sigma_o = \frac{P}{f}$	534	659	921	1328		qcm $P = r . p$
5	Ringverhältnis $\frac{R}{r}$	2,31	2,06	1,76	1,51	2,0	$P = 5{,}08 . 700$ $P = 3556$ kg
6	$\left(\frac{R}{r}\right)^2$	5,336	4,256	3,1	2,28		
7	$\left[0{,}7 + 1{,}3\left(\frac{R}{r}\right)^2\right]$	7,627	6,233	4,73	3,664	5,9	
8	$\left(\frac{r^2}{R^2 - r^2}\right) = K$	0,23	0,307	0,477	0,75	0,333	
9	$\frac{\sigma_i}{p} = K\left[0{,}7 + 1{,}3\left(\frac{R}{r}\right)^2\right]$	1,75	1,91	2,256	2,748	1,967	
10	$\sigma_{max} =$	1225	1337	1579	1924		$p = 700$ at
11	Absolute federnde Dehnung λ_i Millim.	0,095	0,121	0,348	0,216		$\lambda = (2x - 2r)$ $\lambda = 2(x - r)$
12	Spezifische Dehnung $\varepsilon_i = \frac{\lambda}{2r}$	0,00095	0,00121	0,00348	0,00216		$2r \doteq 100$
13	Dehnungskoeffizient $\alpha_i = \frac{\sigma_i}{\varepsilon_i}$	1290000	1105000	453700	888400		Für die innere Ringfläche
14	$\frac{\sigma_a}{p} = K[2]$	0,46	0,614	0,954	1,5	0,667	
15	σ_{min}	322	430	668	1050		$p = 700$ at
16	Absol. elast. Dehnung λ_a Millimeter	0,077	0,070	0,103	0,178		$\lambda_a = (2x - 2R)$
17	Spez. Dehnung $\varepsilon_a = \frac{\lambda_a}{2R}$	0,00038	0,000335	0,000579	0,00115		$\frac{\lambda_a}{2R}$
18	Dehnungskoeffizient $\alpha_a = \frac{\sigma}{\varepsilon}$	975700	1300000	1153700	913000		
19	Mittl. Dehnungskoeffiz. $\alpha = \frac{\alpha_i + \alpha_a}{2}$	1133000	1202000	804000	900000		
20	Spannungsverhältnis $\frac{\sigma_i}{\sigma_a} =$	3,8	3,1	2,36	1,83		Spannungsverhältnis
21	$\frac{\sigma_a}{\sigma_i}$	0,263	0,323	0,424	0,546		Reciproke
22	Mittl. Spannung $\sigma_m = \left(\frac{\sigma_i + \sigma_a}{2}\right)$	774	884	1124	1485		kg/qcm
23	Differenz $\sigma_m - \sigma_o$	240	225	203	157		
24	$\left(\frac{R}{r} \cdot \frac{\sigma_a}{\sigma_i}\right) =$	0,608	0,665	0,746	0,825		Verhältnis der stat. Momente
25	$(\sigma_i - \sigma_a)$	903	907	911	874		Spannungsunterschied
26	$\frac{(\sigma_i - \sigma_a)}{\sigma_o}$	1,69	1,387	0,99	0,658		

Diese Teile sind in eine stehende Materialprüfungsmaschine eingebaut, durch welche der Kolbendruck gemessen werden kann. Sowohl der Arbeitskolben f als auch die Versuchsringe sind mit Lederstulpdichtungen versehen. Da Wasser sich als Pressflüssigkeit ungeeignet erwies, wurde Talg hierzu verwendet. Da die Kolbenreibung gewöhnlich nur mit 2 bis 3% der Gesamtkraft geschätzt wird, so wurde diese bei den folgenden Versuchen vernachlässigt.

Bemerkenswert sind nun die hierbei gebrauchten Messvorrichtungen (Fig. 3) zur Bestimmung der äusseren D und inneren Ringdurchmesser d.

Am sichelförmigen Bügel g werden Schraubenmikrometer h befestigt, welche zur Bügelnase i gegensätzlich stehen und durch welche die Aenderungen der Aussenweiten der Versuchsringe bestimmt werden. Dagegen kann die

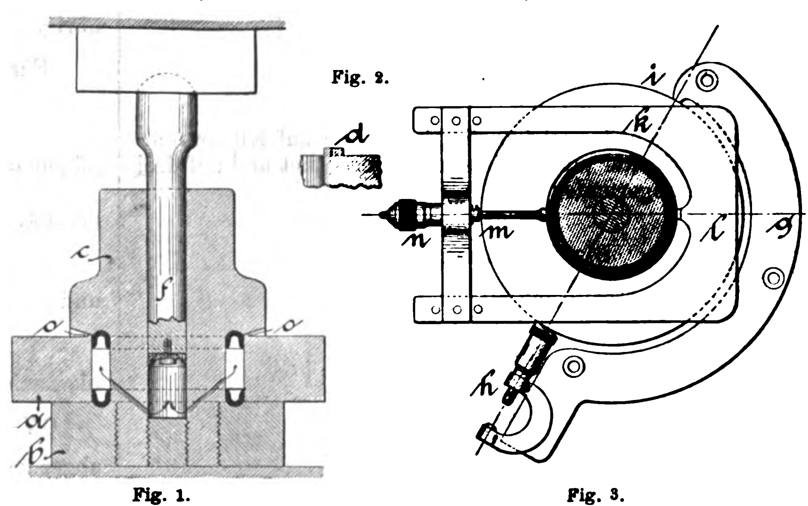


Fig. 1. Fig. 2. Fig. 3.

Innenweite annäherungsweise und nur dadurch bestimmt werden, dass die Nase l eines Rahmenbügels k und die Schneide m eines Schraubenmikrometers n durch Aussparungen o im Randwulst des Arbeitscylinders c greifen und sich an den bereits erwähnten vorstehend angedrehten, 0,8 mm hohen Rand des Versuchsringes a stützen. Alles andere erklärt sich von selbst.

Die Versuchsergebnisse sind je durch doppelte Schaulinien für den inneren und äusseren Ringdurchmesser sowohl, als auch für federnde und bleibende Dehnung λ dar-

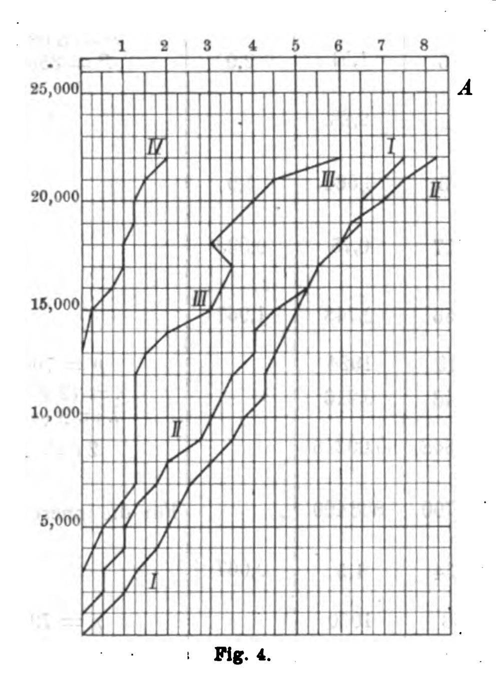


Fig. 4.

gestellt. Zu bemerken ist hierbei, dass die Ordinaten die Flüssigkeitsspannung in Pfunden auf 1 Quadratzoll engl. angeben und die Abscissen sich auf 1 Tausendstel Zoll engl. (gleich $^1/_{40}$ mm) beziehen.

Diese in Fig. 4 bis 8 nach *American Machinist*, 1899 Bd. 22, Nr. 49, S. 1155, vorgeführten Dehnungsdiagramme sind zur Berechnung der entsprechenden Tabellen heran-

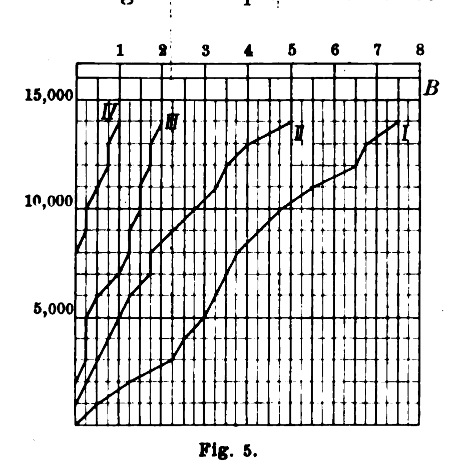


Fig. 5.

gezogen worden, in welchen die Ergebnisse auf Kilogramm-Quadratcentimeter und Millimeter umgerechnet und auf drei Dezimalen abgerundet sind.

Die Spannungskurven.

Wird die allgemeine Gleichung

$$\sigma = \frac{r^2}{R^2 - r^2}\left[0{,}7 + 1{,}3\left(\frac{R}{z}\right)^2\right] \cdot p$$

für ein bestimmtes Ringverhältnis

$$\left(\frac{r^2}{R^2 - r^2}\right) = K_1$$

angewendet, so wird für eine konstante Spannung p auch

$$p\,K_1 = K$$

konstant sein, demnach die Spannungsgleichung

$$\sigma = K\left[0{,}7 + 1{,}3\left(\frac{R}{z}\right)^2\right]$$

gelten.

Da nun für die Grenzwerte $z = r$ und $z = R$ die Spannungen σ_i und σ_a bereits in der Tabelle festgestellt

Ring A ($9^1/_4$" engl. äusserer Durchmesser).
Diagramm Fig. 4.

Nr.	Flüssigkeitsspannung p kg/qcm	Federnde Dehnung		Bleibende Dehnung	
		I. d mm	II. D mm	III. d mm	IV. D mm
0	0	101,598	234,945	—	—
1	140	101,623	234,958	101,598	—
2	350	101,649	234,971	101,611	—
3	700	101,693	235,022	101,630	**234,945**
4	1050	101,725	235,060	101,674	**234,962**
5	1260	101,750	235,098	101,674	**234,971**
6	1400	101,763	235,123	101,700	**234,977**
7	1540	101,789	235,155	101,750	**234,996**

Anmerkung. 1 at = 14,25 lbs./Quadratzoll $= \frac{57}{4}$.
1 Zoll engl. = 25,3995 ∽ 25,4 mm.

Z. B. zu Nr. 8.

$P = 22000$. lbs./sq. inch. $= \frac{4}{57} \cdot 22000 = 1540 = p$ kg/qcm.

Bruch erfolgt bei $p = 1610$ at.

Ring B ($8^1/_4$" engl. äusserer Durchmesser).
Diagramm Fig. 5.

Nr.	Flüssigkeitsspannung p kg/qcm	Federnde Dehnung		Bleibende Dehnung	
		I. d mm	II. D mm	III. d mm	IV. D mm
0	0	101,598	209,546	—	—
1	70	101,611	209,546	—	—
2	140	101,630	209,552	101,598	—
3	210	101,655	209,559	101,604	—
4	280	101,662	209,565	101,614	—
5	350	101,674	209,571	101,614	—
6	420	101,681	209,578	101,617	—
7	490	101,687	209,590	101,623	—
8	560	101,693	209,590	101,630	**209,546**
9	630	101,706	209,603	101,630	**209,552**
10	700	101,719	209,616	101,636	**209,552**
11	770	101,738	209,628	101,636	**209,559**
12	840	101,763	209,635	101,643	**209,565**
13	910	101,769	209,648	101,643	**209,565**
14	980	101,789	209,689	101,649	**209,571**

sind, so bleibt noch die Ermittlung der Zwischenspannungen übrig.

Für einen Ring C mit $\frac{R}{r} = \frac{9}{5}$ Verhältnis würde

$$\frac{r^2}{R^2 - r^2} = 0{,}447$$

folgen und für

$z =$ 5 6 7 8 9

gesetzt, also

$\frac{R^2}{z^2} =$ 3,24 2,25 1,65 1,265 1,0

und

$1{,}3\left(\frac{R}{z}\right)^2 =$ 4,21 2,925 2,145 1,645 1,3,

hiernach

$\left[0{,}7 + 1{,}3\left(\frac{R}{z}\right)^2\right] =$ 4,91 3,625 2,845 2,345 2,0,

abgerundet 4,91 3,63 2,85 2,35 2,0

folgen.

Wird nun irgend ein Wert für p, z. B. $p = 100$ at angenommen und als Massstab 1 at = 1 mm angesetzt, so wird

$$K.p = \frac{r^2}{R^2 - r^2} . p = 44,7 \text{ mm oder} \backsim 45 \text{ kg/qcm}$$

als Konstante folgen.

Dementsprechend sind Materialspannungen in den einzelnen Ringschichten für

$z =$	5	6	7	8	9 cm
$\sigma =$	221,0	163,0	128,2	105,8	90,0 kg/qcm.

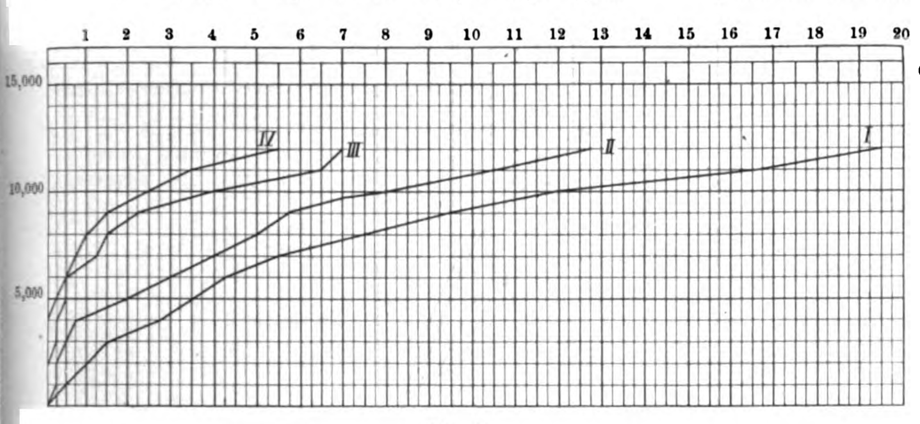


Fig. 6.

Ring C (7″ engl. äusserer Durchmesser).
Diagramm Fig. 6.

Nr.	Spannung p kg/qcm	Federnde Dehnung I. d mm	Federnde Dehnung II. D mm	Bleibende Dehnung III. d mm	Bleibende Dehnung IV. D mm
0	0	101,598	177,797	—	—
1	70	101,611	177,803	—	—
2	140	101,623	177,803	101,598	—
3	210	101,641	177,809	101,607	—
4	280	101,668	177,816	101,607	177,797
5	350	101,687	177,847	101,615	177,809
6	420	101,706	177,872	101,615	177,809
7	490	101,738	177,898	101,630	177,816
8	560	101,789	177,924	101,636	177,822
9	630	101,832	177,949	101,655	177,835
10	700	101,946	178,000	101,700	177,860
11	770	102,030	178,089	101,763	177,886
12	840	102,093	178,120	101,776	177,936

Bruch erfolgte bei $P = 13\,000$ lbs. an einer Seite, d. i. $p = 912$ at.

Ring D (6½″ engl. äusserer Durchmesser).
Diagramm Fig. 7.

Nr.	Spannung p kg/qcm	Federnde Dehnung I. d mm	Federnde Dehnung II. D mm	Bleibende Dehnung III. d mm	Bleibende Dehnung IV. D mm
0	0	101,598	155,097	—	—
1	70	101,611	155,097	—	—
2	140	101,623	155,103	—	—
3	210	101,649	155,122	101,598	155,097
4	280	101,674	155,148	101,604	155,103
5	350	101,700	155,167	101,611	155,110
6	420	101,719	155,187	101,611	155,110
7	490	101,750	155,224	101,617	155,116
8	560	101,770	155,249	101,623	155,122
9	630	101,789	155,262	101,636	155,135
10	700	101,814	155,275	101,649	155,148

Bruch erfolgte bei $P = 11\,000$ lbs./sq. inch. d. i. bei $p = 772$ at.

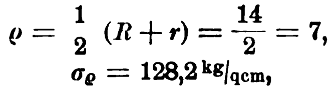
Werden diese Spannungen massstäblich als Ordinaten y zu den Abscissen z aufgetragen, so kann von dieser Spannungskurve ausgegangen werden und für andere Flüssigkeitspressungen p ohne weiteres die entsprechende Spannungskurve durch Streckendivision gefunden werden, wie dies im Diagramm Fig. 9 für Ring C gezeigt ist. Für einen mittleren konstanten Spannungskoeffizienten α wären diese Kurven den Dehnungskurven ε proportional.

Die mittlere Spannung ist

$$\sigma_m = \frac{1}{2} (\sigma_a + \sigma_i) = \frac{1}{2} (90 + 221),$$

$$\sigma_m = 155,5 \text{ kg/qcm}$$

und die wirkliche Spannung σ_ϱ für den mittleren Halbmesser



$$\varrho = \frac{1}{2} (R + r) = \frac{14}{2} = 7,$$

$$\sigma_\varrho = 128,2 \text{ kg/qcm},$$

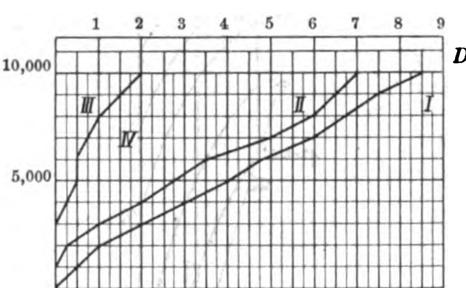


Fig. 7.

während die mittlere Flächenspannung

$$s_o = \frac{r.p}{f} = \frac{r.p}{R - r} = \frac{5.100}{4},$$

$$s_o = 125 \text{ kg/qcm}$$

wird.

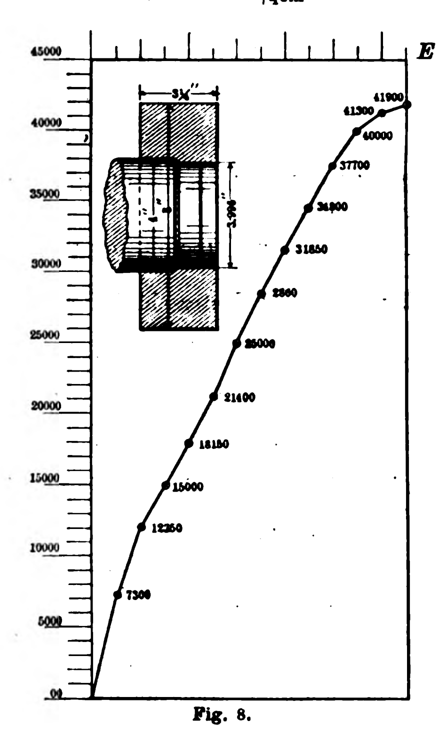


Fig. 8.

Ring E.

$D = 203,2$ mm äusserer Durchmesser und
$d = 101,4964$ mm Bohrung, sowie
$h = 82,55$ mm hoch (Fig. 8),
kalt aufgepresst auf Zapfen
$2r = 101,5980$ mm Durchmesser.

Nr.	Hub mm	Druck t	Nr.	Hub mm	Druck t
1	6,35	3,3	7	44,45	13,0
2	12,70	5,6	8	50,78	14,1
3	19,05	6,8	9	57,15	15,8
4	25,40	8,3	10	63,50	17,1
5	31,75	9,7	11	69,85	18,1
6	38,10	11,3	12	76,20	18,7
			13	82,55	19,0

Es nähert sich in diesem Fall die wirkliche Spannung σ_ϱ im mittleren Halbmesser ϱ der mittleren Flächenspannung s_o, während der Mittelwert aus den Endspannungen σ_m wesentlich von der wirklichen Spannung im mittleren Ring-

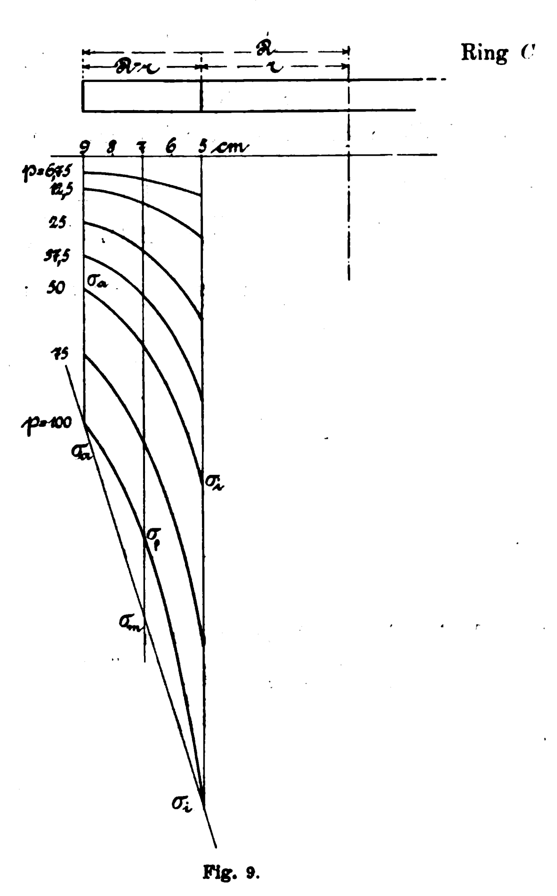


Fig. 9.

halbmesser abweicht. In Diagramm Fig. 9 beträgt die Abweichung für $p = 100$ at

$$\sigma_m - \sigma_\varrho = 155{,}5 - 128{,}2 = 27{,}3\ \text{kg/qcm}.$$

Demnach wäre dieser Unterschied für $p = 700$ at

$$27{,}3 \cdot 7 = 191{,}1\ \text{kg/qcm},$$

bezw.

$$\sigma_m - \sigma_o = 155{,}5 - 125 = 30{,}5,$$

$$30{,}5 \cdot 7 = 213{,}5\ \text{kg/qcm},$$

was mit dem Tabellenwert Nr. 23 für Ring C ziemlich gut übereinstimmt.

Werden nun für die verschiedenen Ringverhältnisse A bis D und für ein gegebenes p die Endspannungen σ_i und σ_a aufgetragen und die zugehörigen σ_m σ—ϱ bezw. $\sigma_m - \sigma_o$ zum jeweiligen mittleren Radius ϱ ermittelt, so können durch diese drei Punkte annähernde Kurven gezogen werden, welche den Wechsel in den Spannungsverhältnissen der einzelnen Ringschichten andeuten.

Für eine Flüssigkeitspressung von $p = 100$ at wird $1/7$ der Tabellenwerte für σ_o u. s. w. zu nehmen sein.

Ring		A	B	C	D	
Mittlere Flächenspannung	$\sigma_o =$	76,3	94,1	131,6	189,7	kg/qcm
Maximalspannung	$\sigma_i =$	175	191	224,1	275	„
Minimalspannung	$\sigma_a =$	46	61,4	95,4	150	„
Mittlere Spannung	$\sigma_m =$	110,5	126,3	160,5	215	„
Spannungsdifferenz	$\sigma_m - \sigma_o =$	34,2	32,2	29,0	25,3	„

Im Diagramm Fig. 10 sind nach diesem vorerwähnten Dreipunktverfahren für die Flüssigkeitspressung $p = 100$ at die Spannungskurven A, B, C und D für die gleichbenannten Ringe gezeichnet, aus welchen der Spannungswechsel von σ_a bis σ_i fortlaufend zu verfolgen ist.

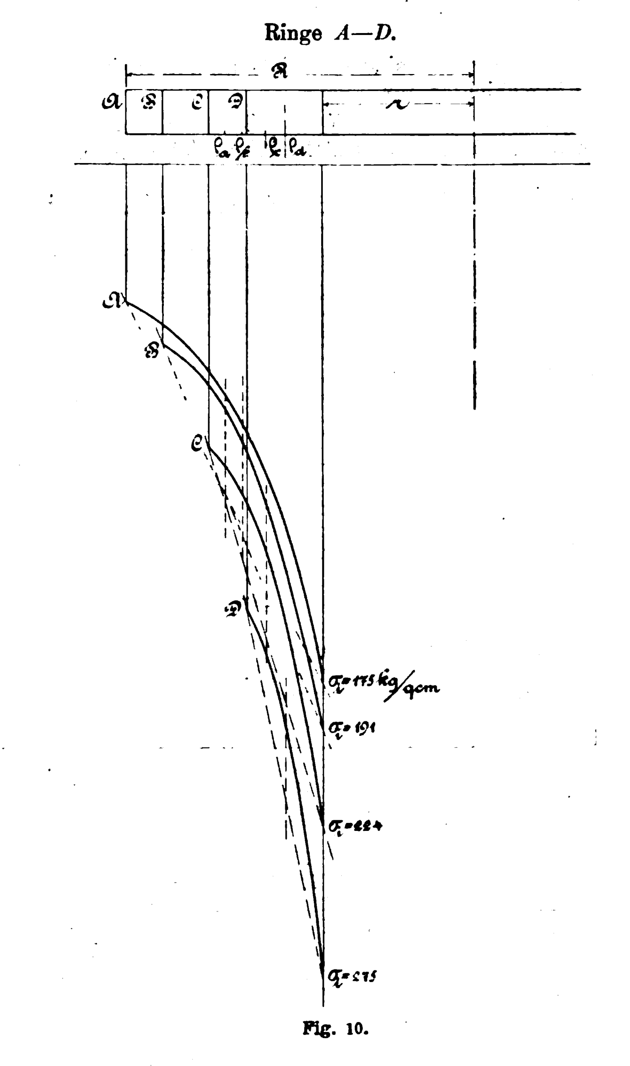


Fig. 10.

Das Kaltaufpressen.

Von *J. H. Dunbar* in Youngstown (Ohio) wurden im *American Machinist*, 1890 Bd. 22, Nr. 25*, S. 566, einige Versuche über das Kaltaufpressen von gusseisernen Ringen auf schmiedeiserne Zapfen mitgeteilt, von denen in Kürze berichtet wird.

In einem gusseisernen Ring von 25,4 mm Höhe, $2R = 152{,}4$ mm äusserem Durchmesser und $2r = 101{,}4583$ mm Bohrung wurde ein Zapfen von $d = 101{,}598$ mm Durchmesser unter einem achsialen Druck von $P = 2540$ kg hineingepresst.

Unter denselben Bohrungsverhältnissen $2r = 101{,}4583$ wurde in einem zweiten gusseisernen Ringe von $2R = 203{,}2$ mm äusserem Durchmesser, derselbe Zapfen $d = 101{,}598$ mit $P = 4037$ kg Achsialkraft eingedrückt und darauf mit $P = 4990$ kg herausgepresst. Die bleibende absolute Dehnung im Ringe betrug:

$$(2r)' = 101{,}4837$$
$$(2r) = 101{,}4583$$
$$(2\lambda) = \quad 0{,}0254 \text{ mm im inneren Durchmesser}$$

und

$$(2R)' = 203{,}2087$$
$$(2R) = 203{,}2000$$
$$(2\lambda) = \quad 0{,}0087 \text{ mm im äusseren Durchmesser.}$$

Durch einen gusseisernen Ring von 25,4 mm Höhe und $2R = 203{,}2$ mm äusserem Durchmesser wurde durch die ursprüngliche Bohrung $2r = 101{,}4583$ mm ein staffelförmig abgesetzter Zapfen durchgedrückt.

Die einzelnen Durchmesser bedingten die anbei angegebenen Kraftstärken:

d mm	2λ mm	Q	Unterschied Druckzunahme
$d =$ 101,9911		10570 kg	
101,8139	0,1772	8845 „	1735 kg
101,7377	0,0762	6759 „	2086 „
101,6742	0,0635	6023 „	736 „
101,5980	0,0762	4536 „	1487 „
$2r =$ 101,4583	0,1397		4536 „

Ueber die gleichzeitige Kompression des Zapfens, welche der Kraftstärke proportional angenommen wird, ist bemerkt, dass für je 3400 kg Druckkraft eine Kompression von $\frac{1}{400}$ mm = 0,0025 mm schätzungsweise zu berechnen sei.

In Fig. 11 ist noch ein zeichnerisches Verfahren angedeutet, nach welchem der Ringdurchmesser $R = (r + a + b)$ bestimmt wird für eine Dehnung $\lambda = 0$, sofern die entsprechenden Dehnungen λ für den Halbmesser r, und λ_1 für den Halbmesser $\rho = (r + a)$ durch Versuche vorher ermittelt waren.

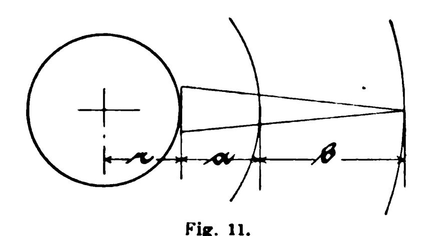


Fig. 11.

Sowohl die absoluten radialen Dehnungen 2λ, besser aber noch die spezifischen Radialdehnungen $\varepsilon = \frac{2\lambda}{d}$ können mit den achsial wirkenden Drücken Q in Beziehung gebracht werden.

Für $\varepsilon = 0{,}001397$ mm/mm folgt $Q = 4536$ kg Anfangspressung.

Da nun $\sigma \cdot \alpha = \varepsilon$ ist, so wird für $\alpha = \frac{1}{10000}$ kg/qmm

$$\sigma = \varepsilon \cdot 10000 = 13{,}97 \text{ kg/qmm}$$

die tangentiale Zuginanspruchnahme sein.

Für $2\lambda = 0{,}9911 - 0{,}4583 = 0{,}5328$ mm ist

$$\varepsilon = 0{,}005328$$

und

$$\sigma = \varepsilon \cdot \frac{1}{\alpha} = 0{,}005328 \cdot 10000,$$

$$\sigma = 53{,}28 \text{ kg/qmm}$$

tangentiale Zuginanspruchnahme, welche den Bruch des Ringes bedingt.

Da diese Bruchspannung die Zugfestigkeit des Gusseisens weitaus überschreitet, so ist zur Erklärung nur die Annahme eines niedrigen Dehnungskoeffizienten α zulässig.

Wird die Bruchfestigkeit auf Schub des Gusseisens mit $K_z = 20$ kg/qmm als Höchstwert beziffert und der Dehnungskoeffizient auf Schub mit $\frac{1}{\alpha} = 4000$ angesetzt, so würde

$$\sigma = \varepsilon \cdot \frac{1}{\alpha} = 0{,}005328 \cdot 4000,$$

$$\sigma = 21{,}312 \text{ kg/qmm}$$

zu einer Uebereinstimmung führen.

In dem Falle, wo durch achsiale Kräfte Q eine radiale Dehnung hervorgerufen wird, wäre also Schubinanspruchnahme vorzusehen.

Bei dieser Materialspannung σ ist für $\frac{R}{r} = \frac{4}{2} = 2$ Ringverhältnis

$$\left[0{,}7 + 1{,}3\left(\frac{R}{r}\right)^2\right] = 5{,}9$$

und

$$\frac{r^2}{R^2 - r^2} = 0{,}333 = \frac{1}{3},$$

$$\sigma = \frac{r^2}{R^2 - r^2} \cdot \left[0{,}7 + 1{,}3\left(\frac{R}{r}\right)^2\right] \cdot p,$$

$$\sigma = \frac{1}{3} \cdot 5{,}9 \cdot p,$$

$$\frac{3}{5{,}9} \cdot \sigma = p$$

radiale Pressung in Atmosphären, sofern $\sigma = 2130$ kg/qcm,

$$p = \frac{\sigma}{2} = \frac{2130}{2} \backsim 1000 \text{ at.}$$

Für $d = 10$ cm Zapfendurchmesser, bezw. $\pi d = 31{,}4$ cm Umfang des Zapfens würde $p \cdot \pi d = 31{,}4$ t/cm auf Zapfenlänge $l' = 2{,}5 \cdot 31{,}4 = 78{,}5$ t Radialpressung auf den 2,5 cm langen Zapfen sein.

Da nun die achsiale Triebkraft auf $Q = 10{,}6$ t angestiegen ist, so würde, da $Q = f \cdot P$ ist,

$$\frac{Q}{P} = f = \frac{10{,}6}{78{,}5} \backsim 0{,}13$$

die zugehörige Reibungszahl sein.

Bei dem in Fig. 8 dargestellten Diagramm für den Ring E mit konstantem

$$\varepsilon = \frac{1}{d}(0{,}5980 - 0{,}4964) = \frac{0{,}1016}{d},$$

$$\varepsilon = 0{,}001016$$

spezifischer Dehnung in radialer Richtung und $P_1 = 16$ t/cm spezifischer Radialkraft ergeben sich Reibungszahlen für

	$l =$	8,2	2,5	0,635 cm
$P = l \cdot P_1$ und	$Q =$	19,0	8,3	3,3 t
$P = 8{,}2 \cdot 16$, sowie	$P =$	130	40	10 „
	$f =$	0,146	0,28	0,33.

Anmerkung:

Für $\varepsilon = 0{,}001016$ ist für $\frac{1}{\alpha} = 1000000$

$$\sigma = \frac{\varepsilon}{\alpha} = 1016 \text{ kg/qcm}$$

Materialspannung in tangentialer Richtung, und für

$$\frac{R}{r} = \frac{1}{2}$$

wird, wie bereits früher abgeleitet,

$$\frac{1}{2}\sigma = p$$

die radial gerichtete Flächenpressung sein.

Daher ist $p = \frac{1016}{2} \backsim 500$ at,

$P_1 = \pi d \cdot p \cdot l$ und für $l = 1$,
$P_1 = \pi d \cdot p$ „ $d = 10{,}16$,
$P_1 = 31{,}7 \cdot 500$, „ $\pi d = 31{,}7$,
$P_1 = 15850 \backsim 16$ t/cm

die radiale Umfangspressung für 1 cm Zapfenlänge in Tonnen.

J. J. Wilmore's Prüfungsversuche über Zwängverbindungen.

Die Ergebnisse dieser im *Alabama Polytechnic Institute* durchgeführten Prüfungversuche sind nach *American Machinist*, 1899 Bd. 22 Nr. 7 S. 126 im Diagramm Fig. 12 dargestellt.

Die Grundlinie daselbst gibt die wirklichen am Zapfenumfange bezogenen Widerstandskräfte in engl. lbs. bei Lösung der Verbindung, während die Einteilung der Standlinie in den Merkpunkten sich auf (1 : 1000) Zoll = (1 : 40) mm Durchmesser bezieht. Die Schaulinie *I* betrifft kalt eingepresste Zapfen, deren Lösung durch Auspressen (Zug) erfolgt.

Kurve *II* betrifft kalt eingepresste Zapfen, die durch Drehungskräfte gelüftet werden.

In Kurve *III* sind die Zugkräfte dargestellt, welche bei warm aufgezogener Zapfenscheibe zur Lösung der Verbindung erforderlich sind.

In Schaulinie *IV* sind die auf den Zapfenumfang bezogenen Drehkräfte bestimmt, welche bei warm aufgezogener Zapfenscheibe zur Lockerung der Zwängverbindung notwendig sind.

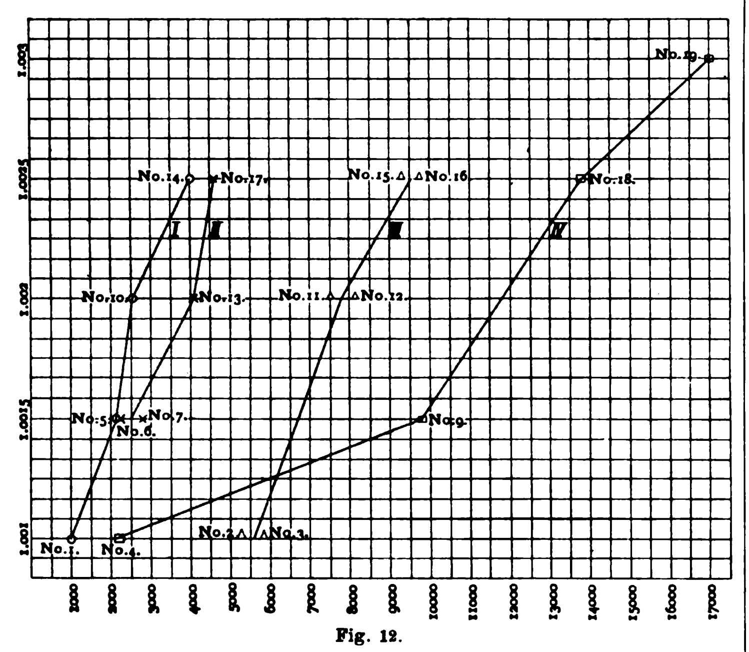


Fig. 12.

Versuchsergebnisse von Wilmore.

Zapfen *d* Durchm. in Millimeter ε spezifische Dehnung *p* spezifische Radial-pressung kg/qcm	Zapfen kalt eingepresst Lösungskraft		Ring warm aufgezogen Lösungskraft	
	Zugkraft Z_k kg	Drehkraft T_k kg	Zugkraft Z_w kg	Drehkraft T_w kg
A 25,4249 $\varepsilon = 0{,}001$ $p = 1400$	1) 453 22,7 $f = 0{,}016$		2) 2413 120,6 $f = 0{,}086$ 3) 2640 132,0 $f = 0{,}094$	4) 1000 50,0 $f = 0{,}036$
B 25,4376 $\varepsilon = 0{,}0015$ $p = 2100$	5) 975 48,6 $f = 0{,}023$	6) 1000 50,9 $f = 0{,}024$ 7) 1270 63,5 $f = 0{,}03$		8) 3266 163,3 $f = 0{,}078$ 9) 4445 222,2 $f = 0{,}106$
C 25,4503 $\varepsilon = 0{,}002$ $p = 2800$	10) 1166 58,3 $f = 0{,}021$	13) 1905 95,6 $f = 0{,}034$	11) 3400 170,0 $f = 0{,}071$ 12) 3674 183,7 $f = 0{,}066$	
D 25,4630 $\varepsilon = 0{,}0025$ $p = 3500$	14) 1814 90,7 $f = 0{,}026$	17) 2097 104,4 $f = 0{,}03$	15) 4237 211,9 $f = 0{,}061$ 16) 4405 220,3 $f = 0{,}063$	18) 6260 313 $f = 0{,}089$
E 25,4757 $\varepsilon = 0{,}003$ $p = 4200$				19) 7711 385,5 $f = 0{,}092$

Während die Bohrung in den einzelnen Zapfenscheiben genau auf $2r = 1$ engl. Zoll $= 25{,}3995$ mm mit einer Fehlergrenze von 0,006 mm eingehalten ist, sind für Stahlzapfen fünf Durchmessergruppen vorgesehen, welchen die folgenden radialen, absoluten und spezifischen Dehnungen ε entsprechen.

	A	B	C	D	E
$d =$	25,4249	25,4376	25,4503	25,4630	25,4757
ab $2r =$	25,3995	25,3995	25,3995	25,3995	25,3995
Dehnung $2\lambda =$	0,0254	0,0381	0,0508	0,0635	0,0762
$\varepsilon = \frac{2\lambda}{d} =$	0,001	0,0015	0,002	0,0025	0,003

spezifische Dehnung.

Bei einem Ringverhältnis $\frac{R}{r} = 5$

$$\frac{r^2}{R^2 - r^2} = \frac{1}{\frac{R^2}{r^2} - 1} = \frac{1}{25 - 1} = \frac{1}{24} = 0{,}0417$$

bezw.

$$\frac{r}{R^2 - r^2} = 0{,}042$$

wird nach

$$\sigma = \frac{r^2}{R^2 - r^2}\left[0{,}7 + 1{,}3\left(\frac{R}{r}\right)^2\right] p$$

$$\sigma = 0{,}042\,[0{,}7 + 1{,}3 \,.\, 25] \,.\, p$$

Materialspannung,

$$\sigma = 0{,}042\,[33{,}2]\,p \,. = 1{,}394 \,.\, p$$

bezw.

$$\frac{\sigma}{1{,}394} = p = 0{,}72 \,.\, \sigma$$

radiale Pressung.

Da nun $\varepsilon = \alpha \,.\, \sigma$ und $\frac{\varepsilon}{\alpha} = \sigma$ ist, so folgt für

$$\frac{1}{\alpha} = 2\,000\,000$$

und für Schmiedeeisen zu

	A	B	C	D	E
Materialanstrengung: $\sigma =$	2000	3000	4000	5000	6000 kg/qcm
bezw. spezifische Radialpressung $p =$	1400	2100	2800	3500	4200 kg/qcm

Die von der Ringnabe berührte Zapfenlänge ist durchgehends $l = 2{,}5$ cm, und da der Zapfenumfang

$$\pi d = 7{,}98 \sim 8 \text{ cm}$$

ist, so wird die gesamte Radialpressung eines Zapfens für p at spezifischer Pressung

$$P = \pi \,.\, l \,.\, p = 8 \,.\, 2{,}5 \,.\, p$$
$$P = 20\,p \text{ kg}$$

sein. Daher für

	A	B	C	D	E
$P =$	28000	42000	56000	70000	84000 kg

die auf einem Zapfen wirkende gesamte Radialkraft sein.

Dagegen sind die thatsächlich zur Lösung der Zapfenverbindung erforderlichen Zug und Drehkräfte in folgender Tabelle angeführt.

Wird nun diese spezifische Zugkraft, z. B. Zapfen Nr. 1

$$z_k = \frac{Z_k}{\pi \,.\, d \,.\, l} = \frac{453}{20} = 22{,}65 \text{ kg/qcm}$$

durch die spezifische Radialpressung p dividiert, so folgt die Reibungszahl f für die betreffende Zwängverbindung,

$$f = \frac{z_k}{p_1} = \frac{22{,}65}{1400} = 0{,}0162.$$

Aus dieser Tabelle ersieht man, dass die Reibungszahlen zwischen den Grenzen 0,016 und 0,106 liegen.

Wenn nun die Reibungszahl f als Mass für die Sicherheit der Zwängverbindung angesehen werden kann, so folgt, dass bei kalt eingepressten Zapfen B, C, D die Lösung der Verbindung mittels einer achsialen Zugkraft nur um etwas Weniges leichter erfolgt, als durch eine drehende, auf den Zapfenhalbmesser bezogene Tangentialkraft. Die Verhältnisse liegen zwischen

$$\frac{23}{24} \backsim 1 \text{ und } \frac{21}{34} \backsim \frac{2}{3},$$

die Reibungszahlen selbst zwischen $f = 0{,}016$ und $0{,}034$, so dass ein Grenzverhältnis $\frac{34}{16} \backsim 2$ vorhanden ist.

Dagegen liegen die spezifischen Zugkräfte zwischen

$$z_k = 2{,}27 \quad \text{und} \quad 90{,}7 \text{ kg/qcm},$$

bei

$$p = 1400 \text{ und } 3500 \text{ kg/qcm Radialpressung}$$

bezw.

$$f = 0{,}016 \text{ und } 0{,}026,$$

und die spezifischen Tangentialkräfte

$$t_k = \;\; 50 \quad \text{und } 104{,}4 \text{ kg/qcm}$$

bei

$$p = 2100 \quad \text{und} \quad 3500 \text{ kg/qcm Radialpressung}$$
$$f = 0{,}027 \;\; 0{,}034 \;\; 0{,}03$$

begrenzt.

Bei warm aufgezogenen Ringen ist da, wo eine Vergleichung möglich ist, keine Uebereinstimmung zwischen Zug- und Drehkraft vorhanden. So ist bei den Zapfen A (3 : 4) das Verhältnis der Reibungszahlen für Zug- und Drehkraft

$$\frac{94}{36} \backsim 2,$$

dagegen bei den Zapfen D (15 : 18)

$$\frac{61}{89} \backsim \frac{2}{3},$$

also völlig widersprechend.

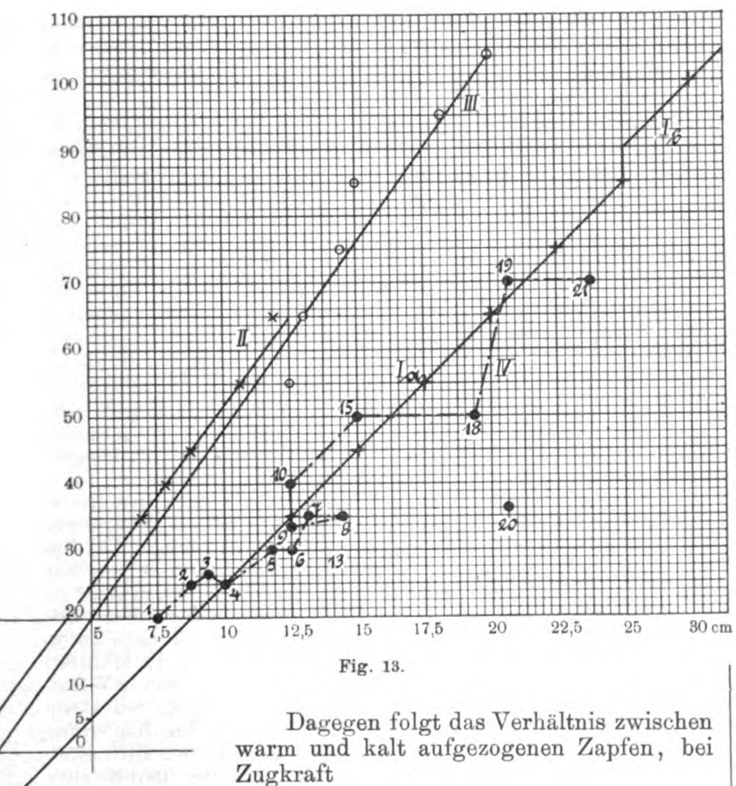


Fig. 13.

Dagegen folgt das Verhältnis zwischen warm und kalt aufgezogenen Zapfen, bei Zugkraft

$$\frac{90}{16} = 5{,}6 \text{ bezw. } \frac{63}{26} = 2{,}4,$$

d. h. in Bezug auf Lösungssicherheit ist die durch Wärmeausdehnung hergestellte Verbindung 2,5 bis 5,5 mal sicherer als jene durch das Kalteinpressen hervorgebrachte. Bei verdrehender Lösungskraft ist das Verhältnis

$$\frac{106}{30} = 3{,}5; \; \frac{78}{24} \backsim 3{,}0; \; \frac{89}{30} \backsim 3.$$

Die Sicherheit daher durchschnittlich 3mal so gross bei warm aufgezogenem als bei kalt eingepresstem Zapfen.

H. Hess' Diagramm für Pressdrücke an Stirnkurbelzapfen.

Um das in Fig. 13 nach *American Machinist*, 1899 Bd. 22 Nr. 19 S. 413 gezeichnete Diagramm auf seine Richtigkeit zu prüfen, ist eine Tabelle zusammengestellt, in welcher die zum Einpressen von Stirnzapfen und zum Aufpressen von Kurbeln auf die Wellenschenkel erforderlichen Pressdrücke angeführt und die übrigen Werte berechnet sind.

Hierzu ist zu bemerken, dass die Oberfläche der Zapfenschenkel auf Grund eines Verhältnisses bei Stirnzapfen A von $\frac{l}{d} = 1{,}5$, bei den Kurbelnaben B aber von $\frac{l}{d} = 1{,}0$ berechnet und mit Rücksicht auf das Einsetzen (das sogen. Schnäbeln) vor dem Einpressen entsprechend abgerundet worden ist.

Die Zapfenschenkelfläche ist daher

$$\lesssim \pi \,.\, d \,.\, l \text{ qcm}.$$

Die spezifische Dehnung ist bekanntlich

$$\varepsilon = \frac{\lambda}{d}$$

und da für

$$\frac{R}{r} = 2$$

Stirnkurbel.

Nr.	Durchmesser d mm	Dehnung λ mm	Spez. Dehnung ε	Zapfenoberfläche qcm	Pressdruck Q t	Spez. Pressdruck q kg/qcm	Spez. Normaldruck p at	Reibungszahl $f = \frac{q}{p}$
	A. Stahlzapfen in Kurbeln aus Schmiedeeisen eingepresst							
1	75	0,153	0,00204	250 [1]	18	72	2040	0,0353
2	90	0,216	0,00240	350	25	71	2400	0,0296
3	95	0,221	0,00230	400	26	65	2300	0,0283
4	100	0,229	0,00229	450	25	55	2290	0,0240
5	120	0,267	0,00223	650	30	46	2230	0,0206
6	130	0,279	0,00214	800	30	38	2140	0,0178
7	135	0,292	0,00217	850	35	41	2170	0,0190
8	140	0,318	0,00227	900	35	39	2270	0,0172
	B. Schmiedeeisenkurbeln auf Stahlwelle aufgepresst							
9	130	0,381	0,00300	500 [2]	34	68	3000	0,0226
10		0,406	0,00310		40 [3]	80	3100	0,0261
11		0,432	0,00330		30	60	3300	0,0182
12		0,457	0,00350		40 [4]	80	3500	0,0239
13	140	0,356	0,00254	600	30	50	2540	0,0197
14		0,381	0,00270		32 [5]	53	2700	0,0200
15	150	0,356	0,00233	700	50	70	2330	0,0300
16	165	0,356	0,00215	800	30	37	2150	0,0172
17		0,330	0,00200		30 [5]	37	2000	0,0185
18	200	0,305	0,00152	1300	50	38	1520	0,0250
19	210	0,279	0,00133	1400	70	50	1330	0,0376
20		0,381	0,00180		36 [6]	26	1800	0,0144
21	240	0,279	0,00116	1700	63	37	1160	0,0319

[1]) Zapfenschenkelverhältnis $\frac{l}{d} = 1{,}5$. [2]) Zapfenschenkelverhältnis $\frac{l}{d} = 1$. [3]) Kurbelbohrung nicht poliert. [4]) Bohrung auspoliert. [5]) Mit 50 t nicht abzuziehen möglich. [6]) Mit 60 t nicht abzupressen möglich.

als gewöhnliches Nabenhülsenverhältnis, nach früherem

$$\sigma_i = 1{,}967\ p \backsim 2{,}0\,p$$

ist, so folgt

$$p = \frac{\sigma_i}{2}$$

als radiale spezifische Normalpressung der gespannten Nabe auf die Zapfenschenkelfläche.

Da ferner

$$\sigma = \frac{\varepsilon}{\alpha}$$

ist, so wird für Kurbeln aus Schmiedeeisen oder Schmiedestahl

$$\frac{1}{\alpha} = 2\,000\,000 \text{ auf } {}^{\text{kg}}/_{\text{qcm}}$$

bezogen, als reciproken Wert für den Dehnungskoeffizient α zu nehmen sein.

Hiernach ist die Radialpressung

$$p = 2\,000\,000\ \frac{\varepsilon}{2} \text{ at}$$

bezw.

$$p = 1\,000\,000\ \varepsilon\ {}^{\text{kg}}/_{\text{qcm}}.$$

Der Pressdruck Q in Tonnen ($1\,t = 1016{,}1\,kg \backsim 1000\,kg$) ist einer Angabe im *American Machinist*, 1899 Bd. 22 Nr. 32 * S. 739 entnommen und auf die Zapfen A und B abgegerundet übertragen.

Der spezifische Pressdruck ist auf die reduzierte Schenkeloberfläche bezogen, daher

$$q = \frac{Q}{\backsim \pi\, d\,.\, l}\ .\ {}^{\text{kg}}/_{\text{qcm}}.$$

Endlich gibt das Verhältnis der spezifischen Triebkraft q zur spezifischen Normalpressung p die mittlere Reibungszahl f an, welche während des Kalteinpressens zur Geltung kommt.

Diese für Nr. 1 bis Nr. 21 geltenden Pressdrücke Q in Tonnen sind auf Zapfendurchmesser d in engl. Zoll in das Diagramm Fig. 13 nachgetragen und ergeben die gebrochene Schaulinie IV.

Diese wird durch die Linie I_a im Mittel getroffen, so dass die Berechtigung der Linie I_a nachgewiesen erscheint.

Hierin bedeuten die Abscissen zum Ursprung O die Zapfendurchmesser in engl. Zoll und die gleichgrossen Ordinaten (je 10 t) die Pressdrücke.

Henry Hess bestimmt nun für Kurbelnabenbohrungen D unter 10 Zoll den Pressdruck durch die Gleichungen

$$Q = 9{,}9\ D - 14 \quad (I_a \text{ in Tonnen})$$

und

$$Q = 5\ D + 40 \quad (I_b \text{ in Tonnen})$$

für Bohrungen über 10 Zoll Durchmesser.

Ferner für cylindrische Kurbelzapfen

$$Q = 13\,d \quad (II \text{ in Tonnen})$$

und für Kurbelzapfen mit konischem Schenkel

$$Q = 14\,d - 7 \quad (III \text{ in Tonnen}),$$

wobei die Konizität zu (6,4 : 100) bestimmt ist.

Die *Lane and Bodley Company* in Cincinnati, Ohio, haben nach *Amerian Machinist*, 1899 Bd. 22 Nr. 29 * S. 661 eine grosse Reihe von Zapfenpressversuchen durchgeführt, aus deren Ergebnissen *T. C. Kelly* folgende Schlüsse zieht.

Hiernach wechselt der zum Aufpressen notwendige Druck Q

1. für einen gegebenen Zapfendurchmesser direkt mit der berührten Oberfläche des eingepressten Zapfenschenkels, ferner

2. direkt mit dem Anzug, das ist dem Durchmesserunterschied zwischen Zapfen- und Nabenbohrung, welche eine die Federgrenze des Nabenmaterials nicht überschreitende tangentiale Spannung σ_i bedingt.

3. Diese Materialspannung σ_i ist bekanntlich von der Wandstärke der Nabe $(R - r)$ bezw. dem Nabenverhältnis $\frac{R}{r}$ abhängig.

4. An die Kurbelscheiben angegossene Gegengewichte oder an die Kurbel angeschweisste Radspeichen ändern merklich die Aufpresskraft im Vergleich zu glatten Kurbelaugen.

5. Die Radialpressung P hängt von der spezifischen Dehnung ε und dem Dehnungskoeffizienten α des Nabenmaterials, ob der Kurbelkörper aus Gusseisen, Schmiedeeisen oder Stahl besteht, ab.

6. Der die Reibung bedingende Zustand der Schenkelfläche des Zapfens oder der Nabenbohrung bezw. das während des Aufpressens verwendete Schmiermittel (Leinöl) beeinflussen die Reibungszahl und hiermit den Pressdruck.

7. Auch die Geschwindigkeit des Aufpressvorganges bringt Aenderungen im Arbeitsdruck hervor.

8. Endlich ist zu bemerken, dass kleinbemessene Versuchsstücke zweifellos grössere Beobachtungs- und Messfehler bedingen, als grösser bemessene Gebrauchsteile.

Die grosse sibirische Eisenbahn[1]).

Sibirien umfasst einen Flächenraum von 14½ Millionen Quadratkilometer, ist somit 1½mal grösser wie ganz Europa. Die Unterwerfung Sibiriens unter die russische Krone begann unter *Johann dem Schrecklichen* durch *Jermak* im Jahre 1581 und fand durch den Pekinger Vertrag 1860 durch Abtretung des Amurgebietes seitens Chinas seinen Abschluss. Dieses gewaltige Territorium weist nach der Volkszählung vom Jahre 1897 nur 8 188 368 Einwohner auf, wovon mehr als ein Drittel auf die beiden westlichen Gouvernements Tobolsk und Tomsk entfallen; am wenigsten bevölkert ist das Gebiet Irkutsk mit nur ¼ Million. Infolge der Grösse sind die natürlichen Verhältnisse Sibiriens ausserordentlich mannigfaltig. Man kann zwei von Westen nach Osten verlaufende, sich scharf trennende Zonen unterscheiden. Die eine derselben umfasst den von der Eisenbahn durchschnittenen und verhältnismässig am stärksten bevölkerten südlichen Teil des Landes, wo die klimatischen und Bodenverhältnisse der Entwickelung landwirtschaftlicher Kultur und Kolonisation durchaus günstig sind. Die andere Zone schliesst die ausgedehnten nördlichen Gebiete Sibiriens in sich, die Region der menschenleeren Tundren oder Polarmoore. Zwischen diesen beiden Zonen erstreckt sich die Region der sogen. Taiga. Dies ist ein breiter Landstrich, in dem teils Nadelholzurwald, teils hochstämmige Laubholzwaldungen mit Sumpfmooren abwechseln, während ostwärts vom 90. Längengrade Gegenden mit Alpincharakter dazwischenliegen.

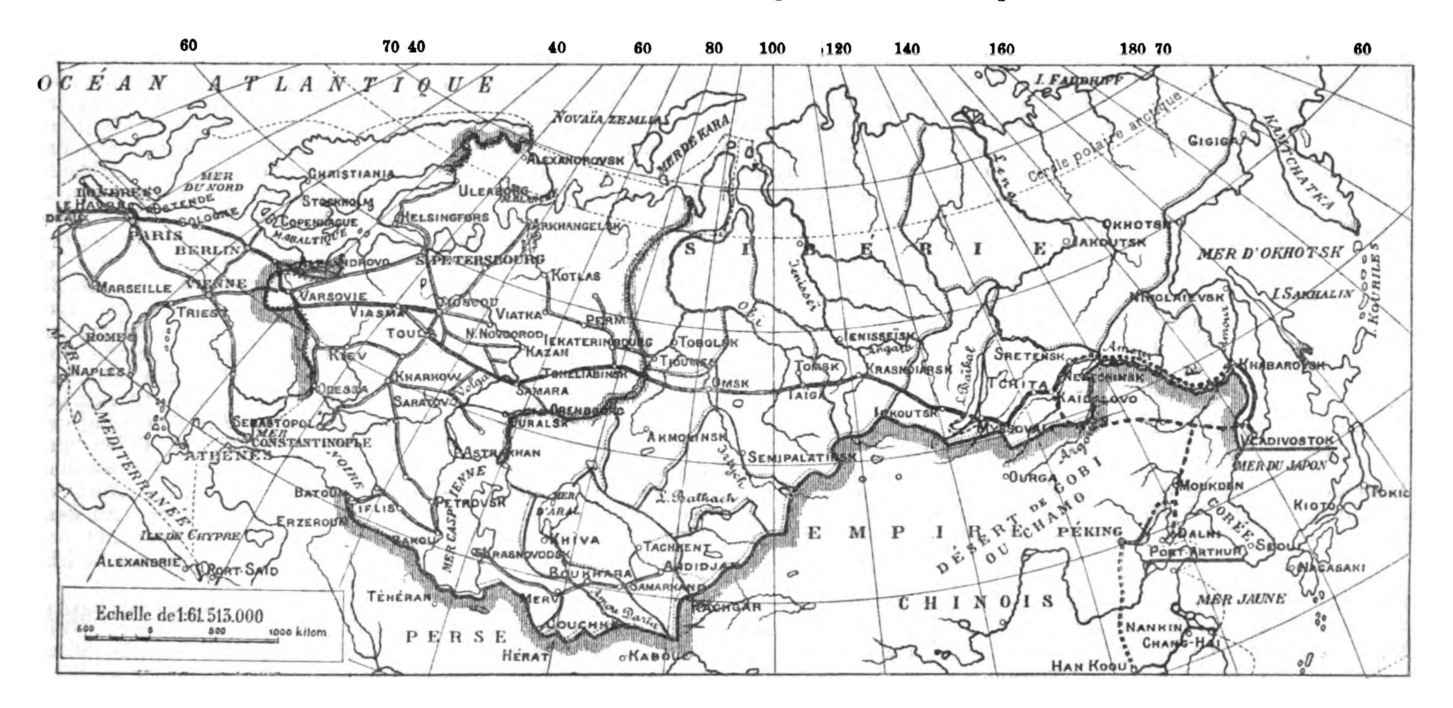
Es ist ja allbekannt, dass Sibirien einen ungeheuren Reichtum an Naturschätzen aufweist, die aber bisher infolge absoluten Fehlens geeigneter Verkehrswege nur zum geringsten Teil erschlossen werden konnten. Die sibirischen Wasserläufe gehen alle bis auf den Amur nach Norden in das nur kurze Zeit im Jahre befahrbare Eismeer. Es ist daher die Erbauung der grossen sibirischen Eisenbahn ein für die ganze Welt bedeutsames Unternehmen. Es fällt in die Regierung *Alexanders III.* Am 19. Mai 1891 erfolgte durch den Thronfolger *Nikolaus Alexandrowitsch* in Wladiwostok die Grundsteinlegung dieses Riesenwerkes, das den Atlantischen mit dem Stillen Ozean verbinden sollte. Die Bauleitung wurde nebst den in seinem Zusammenhang stehenden Hilfsunternehmen zur Förderung der Kolonisation und der industriellen Entwickelung des durchschnittenen Gebietes unter das „Komitee der sibirischen Eisenbahn“ gestellt, dessen Vorsitz der damalige Thronfolger und jetzt der Kaiser selbst inne hat. Dem Komitee gehören die Minister und die höchsten Regierungsbeamten an. Das anfängliche Projekt hat insofern eine Abänderung erhalten, als die Strecke Sretensk—Chabarowsk einstweilen nicht gebaut

[1]) *Die grosse sibirische Eisenbahn.* Herausgegeben von der Kanzlei des Ministerkomitees.



wird; dagegen wird der Anschluss an den Stillen Ozean durch die chinesische Ostbahn in der Mandschurei hergestellt, die über Charbin nach Nikolsk geht und einen Abzweig nach Port Arthur besitzt. Der angeführten Quelle entnehmen wir über den Bahnbau nachstehendes.

Für die sibirische Bahn wurde im Interesse des Transitverkehrs und zur Erzielung möglichster Kostenersparnisse die kürzeste Richtung gewählt, welche zum grössten Teil längs dem 55. Breitengrade verläuft und die Kornkammer Sibiriens, die fruchtbarsten und bevölkertsten Gegenden des Landes durchschneidet. Mit dem Bau der sibirischen Bahn wurde von zwei entgegengesetzten Seiten begonnen. Als deren Ausgangspunkt im Westen erscheint die letzte Station der Ssamara—Slatoust-Bahn Tscheljabinsk im Gouvernement Orenburg. Bis 1900, d. h. im Verlauf von weniger als neun Jahren, ist ein Schienenstrang von 5400 km Länge gelegt worden, was für jedes Baujahr eine Strecke von 600 km ausmacht. Dieses Resultat muss als sehr erfolgreich angesehen werden, besonders wenn man einerseits die Schwierigkeiten, die bei der Durchlegung des Schienenweges Privatgesellschaft innerhalb der Grenzen der Mandschurei unternommenen chinesischen Ostbahn (1536 km) mit ihrer südlichen Zweiglinie (1050 km). Durch diese Bahn wird die sibirische Hauptlinie auf kürzestem Wege mit Wladiwostok und Port Arthur und Dalnij (Talienwan) verbunden. Die Gesamtlänge des grossen sibirischen Schienenweges, d. h. die sibirische Hauptbahn und die mandschurische Linie mit allen ihren Abzweigungen, wird 8870 km betragen. Die bequemste Reiseroute für die Fahrt vom Atlantischen zum Stillen Ozean ist folgende: Havre—Paris—Köln—Berlin—Alexandrowo—Warschau—Moskau—Tula—Ssamara—Tscheljabinsk—Wladiwostok. Die Gesamtlänge der ganzen Strecke beträgt 11 950 km, von denen 10 240 km oder $^6/_7$ auf die grosse sibirische Eisenbahn (6510 km) und auf das Eisenbahnnetz des Europäischen Russland (3730 km) entfallen, während sich an den übrigen 1710 km die Eisenbahnen von Frankreich mit 480 km, Belgien mit 160 km und Deutschland mit 1070 km beteiligen. Zur Erleichterung des Exportes sibirischer Produkte ins Ausland hat das Komitee der sibirischen Eisenbahn einen neuen Transportweg nach den westeuropäischen Märkten durch den Hafen von



in dem stark coupierten Terrain des Tomsk'schen und Jenisseiskschen Gouvernements, sowie in dem vielfachen Ueberschwemmungen ausgesetzten Transbaikalgebiet zu überwinden waren, andererseits aber die zahlreichen grossen Ströme, zu deren Ueberbrückung eine Gesamtlänge von mehr als 48 km Brücken erbaut werden musste, in Berücksichtigung zieht. Die grösste Brücke führt über den Jenissei und hat eine Länge von 895 m bei einer Spannweite der Brückenbögen von 150 m. Was die Schnelligkeit der Ausführung des Baues anbelangt, so steht die sibirische Bahn ohnegleichen da und übertrifft sogar die ihr in vielen Beziehungen ähnliche kanadische Pacificbahn, die 4700 km lang ist, deren Bau zehn Jahre erforderte. Mit der Eröffnung der Schiffahrt im Jahre 1900 ist bereits die Möglichkeit geboten, eine ununterbrochene, mit Dampfbetrieb unterhaltene Verbindung zwischen dem europäischen Eisenbahnnetz und der Stadt Wladiwostok teils mit der Eisenbahn, teils auf Dampfschiffen herzustellen, und zwar nach folgendem Fahrplan: von Tscheljabinsk bis Sretensk mit der Eisenbahn (4421 km), wobei die Ueberfahrt über den Baikalsee (64 km) auf einem besonderen, zur Aufnahme des ganzen Eisenbahnzuges eingerichteten Eisbrecherdampfer vor sich geht; von Sretensk bis Chabarowsk auf dem Schilkaflusse und dem Amur (2240 km) mit dem Dampfer und endlich von Chabarowsk bis Wladiwostok (776 km) wiederum mit der Eisenbahn. Diese Reise beansprucht etwa $2^1/_2$ Wochen. Zur Erleichterung der Fahrt auf der sibirischen Bahn sind besondere Kurierzüge eingeführt, die wöchentlich zwischen Moskau und Irkutsk verkehren. Diese Züge enthalten Schlaf- und Speisewagen, Bibliothek, Baderaum, Turnsaal und überbieten an Bequemlichkeit die besten Expresszüge Europas. Die Reise von Paris oder London nach Wladiwostok beansprucht gegenwärtig etwa $3^1/_2$ Wochen, während für die Fahrt nach Ostasien auf dem Seewege über Suez 6 Wochen erforderlich sind. Hieraus ist ersichtlich, in welchem Masse bereits jetzt dank der sibirischen Eisenbahn der Verkehr Europas mit dem fernen Osten beschleunigt wird. Der Verkehr dürfte noch weitere Erleichterungen erfahren durch die bevorstehende Vollendung der 1899 in Angriff genommenen Baikalumgehungsbahn (250 km), sowie der 1897 von einer russischen

Archangelsk und das Weisse Meer eröffnet dadurch, dass im nordöstlichen Teile des Europäischen Russland eine Bahn von 860 km Länge von der Stadt Perm und dem Binnenhafen Kotlas an der Dwina erbaut worden ist. — Die vorläufigen Betriebsergebnisse der sibirischen Bahn, soweit sie in dem Umfange des Personen- und Warenverkehrs zu Tage traten, haben gleich in der ersten Zeit die Erwartungen bei weitem übertroffen. Auf den west- und mittelsibirischen Teilstrecken sind seit dem Oktober 1895, als die ersten Transporte begannen, bis zum Jahre 1899, in dem bereits die ganze Linie Tscheljabinsk—Irkutsk für den Personen- und Warenverkehr eröffnet war, befördert worden:

		Passagiere	Waren
		Personen	Tons
(im Laufe von 3 Monaten)	1895	211 000	57 000
	1896	417 000	184 000
	1897	600 000	443 000
	1898	1 049 000	700 000
	1899	1 075 000	657 000
	zusammen	3 352 000	2 041 000

Unter den Ausfuhrwaren Sibiriens nimmt Getreide die erste Stelle ein (42 % der Gesamtausfuhr) und geht über Reval, Libau, St. Petersburg und Riga ins Ausland. In zweiter Linie stehen die Erzeugnisse der Vieh- und Geflügelzucht: Fleisch, geschlachtetes Geflügel, Butter (hauptsächlich auf den Londoner Markt gebracht), Talg, Häute, Wolle, Eier. An Durchfuhrwaren befördert die sibirische Bahn zunächst hauptsächlich Thee, dessen Transport mit jedem Jahre steigt (1897: 28 000 Tons, 1898: 36 000 Tons). Eingeführt werden nach Sibirien vorzugsweise Eisen und Eisenwaren, Zucker, Manufakturwaren, Maschinen und Petroleum.

Die schnelle Zunahme des Personen- und Warenverkehrs auf der sibirischen Bahn veranlasste die nachträgliche Bewilligung von Geldmitteln zur Verstärkung der Leistungsfähigkeit dieser Bahn und zur Erhöhung der Fahrgeschwindigkeit in der ersten

Zeit auf 37 km in der Stunde, die von den amerikanischen Bahnen im Ueberlandverkehr angenommene Geschwindigkeit, für Passagierzüge und bis auf 21 bis 23 km für Warenzüge. Bei dieser Geschwindigkeit würden zur Zurücklegung der gegen 8500 km betragenden Strecke von Moskau bis Wladiwostok oder Port Arthur der ganzen Magistrallinie 10 Tage erforderlich sein. (Nach dem Sommerfahrplan 1900 beträgt die Fahrt von Moskau bis Irkutsk 7 Tage, das sind 31 km pro Stunde.) Der Preis für eine Fahrkarte 1. Klasse in Schnellzügen mit Schlafplätzen soll nach dem geltenden Differentialtarif 240 Mark betragen. Die Reise von Paris oder London nach Shanghai wird unter diesen Umständen 16 Tage dauern und in der 1. Klasse 690 Mark kosten (statt 34 bis 36 Tagen und 1950 Mark, die jetzt die Ueberfahrt auf dem Seewege erfordert). Bei weiterer Steigerung der Fahrgeschwindigkeit auf der sibirischen Bahn bis zu der in Europa erreichten Maximalgrenze wird die Fahrzeit späterhin bis auf 10 Tage vermindert werden können.

Was nun die Kosten des grossen Unternehmens betrifft, wird mitgeteilt, dass sie für die mit russischen Kräften und mit russischem Gelde — in Sibirien von der russischen Regierung, in den chinesischen Grenzgebieten von einer russischen Privatgesellschaft — ausgeführten Bahnbauten mit ihren Abzweigungen und Hilfsunternehmungen 1700 Millionen Mark übersteigen, wovon bis 1900 bereits über 1100 Millionen Mark verausgabt wurden.

Mit dem Bau der Eisenbahn stehen die Kolonisierung Sibiriens und die Erschliessung seiner Reichtümer in engstem Zusammenhang. Der Zuzug von Einwanderern nach Sibirien, so entnehmen wir ferner, hat bedeutend zugenommen und eine ungeahnte Intensität erreicht. Seit der Errichtung des Komitees beträgt die Zahl der Einwanderer:

1893	65 000	Personen beiderlei Geschlechts
1894	76 000	„ „ „
1895	109 000	„ „ „
1896	203 000	„ „ „
1897	87 000	„ „ „
1898	206 000	„ „ „
1899	225 000	„ „ „
zusammen	971 000	Personen beiderlei Geschlechts.

Ausserdem wurden in demselben Zeitraum auf den Schiffen der freiwilligen Flotte 25 000 Personen nach dem Ussurigebiet befördert, somit nahezu eine Million Kolonisten. Ausser der Regelung des sibirischen Uebersiedelungswesens, auf das wir nicht näher eingehen wollen, hat das Komitee der sibirischen Eisenbahn viel für die Erforschung und Erschliessung der Produktionskräfte Sibiriens, sowie für die kommerzielle und industrielle Entwickelung des Landes gethan. Die getroffenen Massnahmen erstrecken sich auch auf die Veranstaltung geologischer Forschungen in Sibirien zwecks Auffindung neuer Lagerstätten nützlicher Mineralien. Besondere Aufmerksamkeit wurde hierbei auf die Entdeckung von Steinkohlenlagern gerichtet, um für die Bahn, die zum Teil durch waldarme Gegenden führt, billiges Heizmaterial zu beschaffen. Die Schürfungen hatten Erfolg und erwiesen das Vorhandensein einer ganzen Reihe von ergiebigen Steinkohlenlagern zum Teil in nächster Nähe der Eisenbahnlinie (bei den Stationen Sudshenka, Tscheremchowo, Myssowaja), zum Teil aber in grösserer Entfernung von der Bahn. Mehrere neuentdeckte Steinkohlenlager wurden an Privatunternehmer zur Ausbeutung überwiesen. An nützlichen Mineralien wurden ermittelt: Eisenerze in Transbaikalien, Kupfererze im Steppengebiet, Nephrit im Gouvernement Irkutsk u. s. w. Im Interesse der Weiterentwickelung der sibirischen Goldgewinnung, die jährlich im Durchschnitt von 1891 bis 1897 bis zu 30 Tons ergeben, gelangte eine eingehende wirtschaftsstatistische und technische Untersuchung der Goldsandlager im Jenissei-, Lena-, Amur- und Küstengebiet zur Ausführung. Ausserdem wurde zum erstenmal das nordwestliche Gestade des Ochotskischen Meeres in Bezug auf seinen Goldreichtum erforscht, wobei sich an den Flussläufen abbauwürdige Lager nachweisen liessen. Diese Goldsandlager sollen vom Jahre 1900 ab auf 15 Jahre solchen russischen oder ausländischen Unternehmern oder Aktiengesellschaften zur Ausbeute übergeben werden, welche das höchste Angebot hinsichtlich der dem Staate zu zahlenden Abgaben machen. — Um die Schiffahrt auf dem stürmischen Baikalsee, einem der wichtigsten Zufuhrwege der sibirischen Bahn, zu heben, erforscht eine Expedition den See in hydrographischer Beziehung. Diese Arbeiten sind für die wirtschaftliche Entwickelung der an Fischereien und Erzlager etc. reichen Küstengegend von grosser Bedeutung. Ausserdem wurde die hydrographische Erforschung der Mündungen des Ob und des Jenissei, sowie eines Teils des Karischen Meeres begonnen behufs Verbesserung des nördlichen Seeweges nach Sibirien. Es wurde u. a. festgestellt, dass der Jenissei keine Barre hat und für Seeschiffe bis auf 1600 km von der Mündung zugänglich ist, sowie dass der Ob vom Meere aus mit Schiffen von nicht mehr als 12 Fuss Tiefgang befahren werden kann, während für tiefer gehende Fahrzeuge im Ob-Busen eine vorzüglich geschützte Bucht „Nachodka“ Zuflucht bietet. Zur Förderung des Warenaustausches mit den ostasiatischen Ländern China und Japan ist in Wladiwostok ein Handelshafen errichtet worden, der im Winter durch Eisbrecher offen gehalten wird. Auch ist daselbst die *Russisch-Chinesische Bank* eröffnet worden. An dem Gestade des eisfreien Gelben Meeres wurde am Endpunkt der grossen sibirischen Transkontinentalbahn Ta-lien-wan zur Errichtung des Freihafens Dalnij geschritten.

Es erübrigt nur noch, daran zu erinnern, dass nach kaiserlicher Entscheidung Sibirien als Verbannungsort schwerer, sowie politischer Verbrecher zu dienen aufhören soll, welche Massnahme Land und Leuten zu grösstem Segen gereichen wird.

A.

Stabilität der Flugsysteme.

Von **Karl Steffen**, Röhrsdorf bei Heinspach (Deutschböhmen).

Die Stabilität der Flugsysteme ist im Vergleiche zur Stabilität der Systeme auf fester Unterlage eine wesentlich verschiedene; das Wesentliche in den veränderten Verhältnissen ist in dem Umstande begründet, dass bei ersteren die Wirkung der bewegenden Kraft von der beweglichen Unterlage (hier besser mit Bewegungsmittel bezeichnet) auf den passiven Schwerpunkt des Systems (Bewegungsobjekt) übergeht, wogegen bei letzteren diese Wirkung gerade umgekehrt von dem aktivierten Schwerpunkt auf die passive Unterlage übergeht.

Der Kürze halber bezeichnen wir die Stabilität bei dieser eigentümlichen Kräftedisposition als die „Stabilität über der Erde“, weil sie allgemein jedem Systeme ohne fester Unterlage zukommen muss.

Bei Flugsystemen haben wir also den Schwerpunkt als das Unveränderliche, den Stossmittelpunkt der gespannten Luftmasse als das Veränderliche zu betrachten, und somit das stabile Verhalten des ersteren stets auf das labile Verhalten des letzteren zu beziehen.

Bei jeder Stabilisierung kommt es nun darauf an, eine ganz bestimmte Disposition dieser Kraftmittelpunkte dauernd festzuhalten; wir sagen z. B. die Kraftrichtung soll durch den Schwerpunkt gehen; zu diesem Zwecke muss das Lageverhältnis ein relativ unveränderliches sein.

Wenn der Schwerpunkt oder auch Trägheitsmittelpunkt einer Bewegung, z. B. bei stossweiser Hin- und Herbewegung einer Masse infolge Rückwirkung der eigenen Trägheit Erschütterungen erleidet, so muss aus Gründen der Ruhe und Sicherheit der Bewegung ein Ausgleich der schädlichen Massenbewegung angestrebt und die Unverrückbarkeit des Mittelpunktes auf solche Weise sichergestellt werden (Massenausgleich bei Gasmotoren).

Ein analoger Fall liegt bei der Stabilisierung eines Flugsystems vor, nur wird es sich hier nicht um Stabilisierung des ohnehin passiven Schwerpunktes und Angriffspunktes des Systems handeln, sondern vielmehr um möglichste Stabilisierung des veränderlichen Stossmittelpunktes, um auf diese mittelbare Weise eine möglichst ungestörte Einwirkung auf den Schwerpunkt zu besitzen.

Fig. 1 zeigt ein Flugsystem, S ist der Massenschwerpunkt desselben, F und F_1 sind die Profile einer im Ab- bezw. Aufschlage begriffenen Flügelfläche im Momente des Durchganges durch den Flughorizont.

Die Flügelflächen sind ungefähr in der Nähe des Schwerpunktes angeheftet.

Die Verlagerung des Stossmittelpunktes erfolgt bei jedem Schlage gegen den Hinterrand des Flügels, weil, wie bekannt, der Hinterrand dem jeweiligen Stoss nachgibt (siehe *D. p. J.* S. 304 dieses Bandes).

Es kann aber auch der Fall vorkommen, dass der aufgedrehte Flügel von vorne aufstossenden Windstössen getroffen wird, in welchem Falle der Stosspunkt momentan gegen den Vorderrand zu staut.

Kurz, der Stosspunkt kann im Umkreis um den Schwerpunkt und entlang des Flügelprofiles ganz verschiedene Lagen an-

nehmen, und dementsprechend werden die Stossrichtungen auch in verschiedenen Richtungen um den Schwerpunkt herum liegen.

In der Flugrichtung werden nur jene Stossrichtungen auf den Schwerpunkt günstig wirken, welche im oder hinter demselben liegen, da alle anderen Stossrichtungen bloss hemmend oder gar nicht auf den Schwerpunkt wirken.

Erste Bedingung für die bewegungserhaltende Stosswirkung auf den Schwerpunkt ist, dass sie im oder hinter dem Schwerpunkt erhalten werde, welcher Bedingung der Flügelschlag selbst schon genügt.

Im erhöhten, man kann wieder sagen, zwangsmässigen Sinne wird der Flügelschlag dieser Bedingung gerecht, wenn er zwangs-

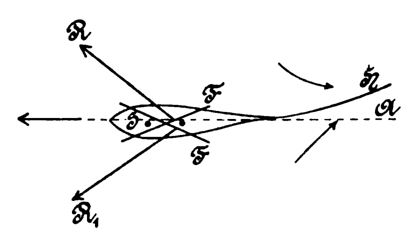


Fig. 1.

läufig nach rückwärts geführt wird (siehe Fig. 2, meiner Abhandlung „*Mechanik des Vogelflügels*“ entnommen).

Bei den weiteren Betrachtungen ziehen wir also nur die letztgenannten Stossrichtungen, z. B. R beim Abschlag und R_1 beim Aufschlag, in Betracht.

Jede Stossrichtung hinter dem Schwerpunkt erzeugt ein abdrehendes Kippmoment bezw. aufdrehendes Bäumungsmoment der Längsachse A des ganzen Systems um den Schwerpunkt S, welche beide die Stabilität der Bewegung stören, indem sie das System aus der Flugbahn herauswerfen. Die Grösse desselben ist $R \cdot r$, wobei r der Abstand des Stossmittelpunktes vom Schwerpunkt S ist.

Nachdem der Arm r dieses Momentes um so grösser werden kann, je grösser das Profil des Flügels im Vergleiche zur Länge

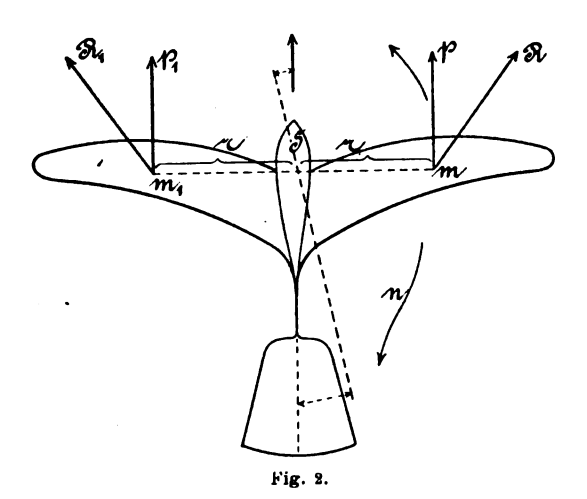


Fig. 2.

desselben ist, so wird die Abdrehung oder die Labilität der Bewegung bei Schmalflüglern verhältnismässig kleiner sein als bei Breitflüglern, und es wird besonders bei letzteren ein Ausgleich dieses Drehbestrebens durch ein gleichzeitig auslösbares entgegengesetztes Drehbestreben der Längsachse notwendig werden.

Diesem Zwecke entspricht das in der Verlängerung der Längsachse A ersichtliche Horizontalsteuer H.

Jeder Abdrehung der Längsachse vorn entspricht einer Aufdrehung derselben hinten. Die im Sinne entgegen der Flugbewegung streichende Strömung der Luftmassen trifft um so stärker auf die aufgedrehte Steuerfläche und dreht die Längsachse um so kräftiger in die Flugrichtung, je grösser die relative Flugbewegung wird; dieselbe Erscheinung muss sich beim Aufdrehen der Längsachse vorn und Abdrehen derselben rückwärts im entgegengesetzten Sinne zeigen; das Steuer wird daher im Verlaufe zweier Flügelschläge die Längsachse in ihrer Normalstellung im Flughorizont zu erhalten bestrebt sein bezw. *das Auslösen der Drehmomente im Schwerpunkte S verhindern.*

Das System kann somit als vollkommen stabil betrachtet werden, sofern die Flügelschläge fortdauernd abtreibend wirken oder bei vorhandener annähernd gleichmässiger Luftströmung durch schwaches Drehen der Profile die Stossmittelpunkte hinter dem Schwerpunkte erhalten.

Selbst aussergewöhnliche stossweise Windströmungen können mit Zuhilfenahme dieser ausserordentlich einfachen Regel und einiger Geschicklichkeit bemeistert werden, auf keinen Fall ist aber ein Todessturz zu fürchten, wenn Vorsicht mit richtiger Erkenntnis und praktischer Anwendung so einfacher Gesetze sich paart.

Die Unglücksfälle stehen im strengsten Verhältnis zu schweren Sinnwidrigkeiten und mangelhafter Erkenntnis der Fluggesetze.

Bei der Frage nach Stabilisierung der Flugsysteme müssen wir auch noch Unregelmässigkeiten berücksichtigen, welche auf einen oder den anderen Flügel allein oder auf beide zugleich ungleichmässig einwirken.

Es können dies nur noch solche Fälle sein, bei welchen eine Drehung des Systems um die Vertikalachse oder um die Längsachse[1]) selbst stattfände.

Einseitige oder schräg einfallende Luftströmungen, oder absichtliche ungleichmässige Wirkung des einen Flügels im Vergleiche zum anderen, z. B. beim Lenken, begründen die Auslösung einseitiger Drehmomente in ähnlicher Weise, wie solche im vertikalen Sinne bereits erörtert wurden.

Sind in $m\,m_1$ (Fig. 2) die Stossmittelpunkte und $R\,R_1$ die Stossresultierenden von verschiedener Richtung, so ergibt eine einfache Kräftezerlegung der beiden, dass das auf Drehung des Systems um seine Vertikalachse arbeitende Moment $p\,r$ relativ grösser wird, als das Gegenmoment $p_1\,r$; das System wird also im Sinne $p\,r$ um S drehen, oder auch von der Flugrichtung im horizontalen Sinne abfallen.

Um auch dieses Abfallen zu begrenzen, wird die Steuerfläche bezw. deren seitliche Randstäbe windschief verdreht, derart, dass sie bei ihrem Ausschlage entgegen der Drehung des Systems eine Fläche von der Grösse ihrer Projektion auf die Symmetrieebene des Systems bietet.

Die Luftströmung trifft das Steuer in der Richtung des Pfeiles n und verzögert das Abdrehen des Steuers.

Um diese Wirkungen des Steuers in allen diesen Fällen möglichst gross zu erhalten, ist eine geringe Masse und eine relativ grosse Flächenentwickelung desselben bei sehr grossem Abstande des Stossmittelpunktes vom Schwerpunkte S Bedingung.

Alles in allem wird also die Massenverteilung bei einem Flugsysteme vorne eine relative Häufung, rückwärts eine Flächenverbreitung erfahren müssen, gleich einem Pfeile oder Schleuderkörper (Bumerang), damit der Schwerpunkt der ganzen Masse möglichst weit nach vorne, und die Angriffspunkte für die richtenden Luftströmungen weit nach hinten rücken.

Die Stosspunkte am Flügel liegen auf einer Verbindungsgeraden, welche hinter dem Schwerpunkte die Längsachse schneidet.

In der Schwebe oder Segelstellung fällt letztere Gerade mit der Schwerachse normal zur Längsachse zusammen.

Dies sind die allgemeinen Bedingungen für die Stabilität der Flugsysteme[2]). Jetzt erst, nachdem die Beziehungen der einzelnen Teile eines Flugsystems anschaulich dargelegt sind, wird man auch die Proportionierung in ihrer Dimensionierung und raumgreifenden Wirkung leicht ermitteln; am besten durch den Versuch.

Zahlen allein trügen; Erfahrung lügt nie und leitet die lebendige Anschauung stets auf den Weg zum unvermeidlichen Erfolg.

[1]) Drehungen um die Längsachse macht der Vogel unschädlich, indem er z. B. in dem angezogenen Falle (Fig. 2) entgegen dem von *rechts* einfallenden Luftstrome und mit gegen denselben gedrehter Längsachse nach *links* traversiert, also sich seitlich abtreiben lässt, was man mit dem Ausdrucke „lavieren“ zu bezeichnen pflegt.

[2]) *Lilienthal* hat diese Bedingungen bekanntlich durch Verlagerung seines Körperschwerpunktes im Sinne der Stosspunktverlagerung, also absolute Stabilität wie bei Systemen auf fester Unterlage erstrebt, was zu ungeheuer empfindlichen Kraftdispositionen und daher ebenso gefährlichen Situationen führte, abgesehen davon, dass diese akrobatenhaften Kunststücke nicht von jedermann auszuführen wären.

Kleinere Mitteilungen.

Zum ersten Flugversuch des Zeppelin'schen Luftfahrzeugs.

Graf *Zeppelin* veröffentlichte in Nr. 342 des *Schwäbischen Merkur* vom 26. Juli d. J. die nachstehende, den ersten Flugversuch mit seinem Luftfahrzeug (siehe S. 465 d. Bd.) betreffende Erklärung:

Das gedachte Ziel ist allein entscheidend dafür, ob und mit welchem Aufwand von Arbeit und Geld das Streben nach seiner

Erreichung gerechtfertigt ist. Erst nach Bejahung dieser Fragen lohnt es sich der Mühe, das ersonnene Mittel einer Prüfung zu unterziehen. Mein Ziel wird noch vielfach verkannt. Man unterstellt mir Absichten, die ich niemals gehabt habe. Ich will nicht ein Vehikel schaffen, das das Rad oder das Ruderschiff ersetzen oder der Eisenbahn und den Dampfbooten Entlastung bringen soll, und es liegt mir fern, mit dem Fesselballon in Wettbewerb bei der Aufklärung innerhalb seines Sehkreises zu treten. Das alles sind Aufgaben, die vielleicht einmal mit Flugapparaten und Flugmaschinen erfüllt werden, für die aber die gewaltigen Ballonfahrzeuge nicht taugen.

Ich erstrebe ein Fahrzeug zu schaffen, das im stande ist, gerade dorthin zu gehen, wohin mit keinem anderen Transportmittel oder wenigstens nicht ebensoschnell oder ebensosicher zu gelangen ist, und wohin zu kommen doch vom höchsten Wert wäre: z. B. nach noch unbefahrenen Küsten oder Binnenländern zu ihrer Erforschung oder zum Zweck der Postverbindung; nach Meeren, wo Schiffe aufzusuchen sind, in geradester Linie über Land und Wasser hinweg; von einer Flottenstation oder von einer Armee zur anderen, behufs Verbringung von Personen, Befehlen oder dergl.; weiterhin zur Beobachtung feindlicher Geschwader oder über feindliches Land zur Erkundung strategischer Vorgänge, wie Armierung von Festungen, Ansammlung und Bewegung von Armeen oder dergl. (also nicht taktischer Vorgänge in der Nähe kämpfender Truppen) und Meldung nicht erst bei Rückkehr, sondern schon durch Taubenpost und Signale, von Kiautschou nach Peking u. s. w.

Der Weg für solche Fahrzeuge kann nur durch die Luft gehen. Es können keine Luftfahrzeuge sein, die der Maschinenkraft bedürfen, um schwebend zu bleiben, denn diese müssen herunter, wenn die Maschine versagt. Es gibt keine Maschinen, die nie, wenigstens vorübergehend, versagen. Ein Heruntergehen, wäre es auch das ruhigste Herabschweben, auf das weite Meer, auf ein Gelände, wo Gebäude, Bäume, Steilhänge das Fahrzeug zum Kippen bringen, auf feindliches Gebiet wird in den meisten Fällen verhängnisvoll werden. So können die Aufgaben, die ich für meine Fahrzeuge gedacht habe, überhaupt nur durch Ballonschiffe mit mindestens zwei voneinander unabhängigen Triebwerken gelöst werden, die betriebsfähig bleiben, bis eine zu stoppende Maschine wieder in Gang kommt, und noch schwebend, wenn einmal beide Maschinen gleichzeitig aussetzen sollten. Meine Fahrzeuge müssen mindestens mehrere Tage fahren können ohne neue Proviant-, Betriebsmaterial- und Gasaufnahme. Sie müssen schnell genug sein, um an einer für den nützlichen Gebrauch ausreichenden Zahl von Tagen auch in der Richtung gegen den Wind verwendbar zu sein. Ihre Festigkeit muss für die Beanspruchungen beim Betrieb, Auflassung und Landen unter normalen Verhältnissen genügen. Auch gegen Entzündungsgefahr muss ausreichende Sicherheit vorhanden sein.

Das unter Festhaltung dieser Anforderungen erbaute Fahrzeug hat zwar bei seinem ersten Aufstieg am 2. Juli d. J. seine Geschwindigkeit wegen des Bruchs der Laufgewichtskurbel, der zu beständigem Wechsel im Vor- und Rückwärtslauf und zu baldigem Abstieg nötigte, nicht zeigen können, wohl aber dargethan, dass es den übrigen Anforderungen in hinlänglichem Masse entspricht. Nach Vornahme der als wünschenswert erschienenen Abänderung der Aufhängung des Laufgewichts und Verlegung des hinteren Ruderpaares von den Seiten des Tragkörpers an dessen Unterfläche werden weitere Aufstiege voraussichtlich auch eine genügende Geschwindigkeit erweisen. Dass ein so gewaltiges Ballonfahrzeug das überhaupt könne, wird vielfach bezweifelt, weil die Gesetze der Bewegung im Luftraum wenig bekannt sind. Man glaubt noch meist, der Wind übe einen Druck auf den frei schwebenden Körper, und zwar desto stärker, je grösser die zur Windrichtung quer liegende Fläche des letzteren sei. Dem ist nicht so: Wind gibt es nur mit Bezug auf Dinge, die an der Erde haften, wenn sich der Luftraum mit einer anderen Geschwindigkeit als jene bewegt. Wir empfinden Westwind, wenn der Luftraum über uns der Erddrehung vorauseilt, Ostwind, wenn er zurückbleibt. Das von jeder Erdenfessel befreite Luftschiff nimmt die Bewegung der umgebenden Luft an und empfindet daher vollkommene Windstille, auch wenn es dem Erdenpilger vom Sturm davongerissen erscheint. In dieser seiner Windstille geht und steuert sich ein Luftfahrzeug mit gleicher Leichtigkeit nach allen Seiten. Wenn seine Schrauben ihm wie bei dem meinigen den Antrieb in Richtung der Längsachse geben, so begegnet nur seine Stirnseite einem dem Druck der Schrauben stets entsprechenden Widerstand. Fährt nun das Fahrzeug in einem für den Erdenpilger z. B. als Westwind sich bewegenden Luftraum gegen Osten, so wird jenem die Fahrgeschwindigkeit gleich der des Windes und derjenigen des Fahrzeugs selbst zusammengenommen erscheinen. Ist das Fahrzeug nach Nord gerichtet, so liegt seine Fahrtrichtung mit Bezug auf die Erde zwischen Nord und Ost — näher bei Ost, je grösser die Wind- und je geringer die Fahrzeuggeschwindigkeit ist. Fährt das Luftschiff gen Westen, so erscheint seine Geschwindigkeit um diejenige des Westwindes verlangsamt, und ist letztere grösser als jene, so weicht es mit Bezug auf die Erde mit der Schnelligkeit des Geschwindigkeitsunterschieds gegen Osten zurück. Nach einem zwischen West und Nord gelegenen Erdenpunkt vermag es nur bei dem Westwind überlegener Eigengeschwindigkeit, unter entsprechendem Ueberhalten, nach West zu gelangen. Ein Aufkreuzen gegen den Wind wie für Segelschiffe gibt es selbstverständlich nicht. Dagegen besteht ebenso selbstverständlich die Möglichkeit, durch schwaches Auf- und Abwärtsfahren bei horizontal bleibenden Angriffsflächen für die Luft eingetretene grössere Schwere bezw. grössere Leichtigkeit als die umgebende Luft zu überwinden. Man sieht, die Luftschiffahrt ist zur Abhängigkeit von den ihr doch unschädlichen Luftströmungen für die Erreichung ihrer Ziele verdammt, und die Pünktlichkeit der Eisenbahnen wird ihr ewig versagt bleiben. Ihre Weiterentwickelung ist eine Frage der Erkenntnis, dass die für sie gedachten Aufgaben berechtigt genug sind, um trotz des unvermeidlichen Uebels damit vorzugehen, wie die in ähnlicher Abhängigkeit befindliche Segelschiffahrt sich durch Jahrtausende erhalten hat, wie jeder Fluss befahren wird, dessen Strom noch durch Dampfer überwunden werden kann.

Ob mein Fahrzeug eine für den praktischen Gebrauch ausreichende Geschwindigkeit besitzt, werden die ferneren Versuche erweisen. Durch Anwendung grösserer Schrauben, wie viele meinen, wäre bessere Fahrt nicht zu erreichen, denn mit ihrer jetzigen Grösse, Gestalt und Drehungszahl haben sie bei Versuchen an einem Luftschraubenwasserboot die beste Nutzwirkung von den im Luftschiff angewandten Motoren ergeben. Wohl aber liesse sich grössere Geschwindigkeit durch stärkere Motoren erzielen, welche jetzt bei gleichem Gewicht zu haben sind, und durch kleineren Querschnitt des Fahrzeugs, den das allmählich bekannt werdende Magnalium oder eine diesem ähnliche Legierung des Aluminium voraussichtlich gestatten würde. Die vielgetadelte Grösse des Fahrzeugs zwang sich aus den zu stellenden Anforderungen und bei den zur Zeit des Entwerfens als bereits erprobt vorhandenen technischen Mitteln von selbst auf. Die grossen Ausmasse haben aber auch ihre nicht zu unterschätzenden dynamischen und aëronautischen Vorzüge: die Schwankungen des langen Fahrzeugs um die kurze, wagrechte Achse vollziehen sich so langsam, dass der Führer alle Zeit hat, sie vollkommen zu beherrschen, und dank der Grösse des horizontalen Querschnitts senkt sich das Fahrzeug nach Entlassung von einigem Gas so sachte herab, dass die Landungen auch bei stärkerem Winde sich mit Ruhe werden ausführen lassen. Nicht minder wieder wird das schräge Auf- und Abwärtsfahren durch den grossen Horizontalquerschnitt erleichtert. Endlich kommt in Betracht, dass der Stirnwiderstand in geringerem Verhältnis als das Wachsen des vertikalen Querschnitts zunimmt[1]). Die Landungen sollten immer in Richtung gegen den Wind in schräger Fahrt abwärts, die zuletzt in wagrechte übergeht und möglichst dem Wind gleiche Geschwindigkeit annimmt, stattfinden. Wenn diese Luftfahrzeuge auch im stande sein müssen, erforderlichenfalls auf jeder Wasserfläche zu ankern oder auf jedem freien Platz sich festzulegen, so werden sie doch für gewöhnlich ihrer vorbereitenden Landungsstellen und Unterkunftsräume ganz ebenso bedürfen, wie die grossen Seeschiffe der sicheren Häfen. Man hat meine Fahrzeuge häufig für schwerfällig gehalten, weil sie nicht von der Stelle zu bringen sind, wenn ihre Gasfüllung entwichen ist. Schiffe sind das auch nicht, nachdem sie voll Wasser gelaufen. Man wird in jene ebenso Gas bringen müssen, wie diese auspumpen, um sie flott zu machen. Der Transport zerlegter Luftschiffe ist leicht. Gegenüber den Aufgaben, die meine Fahrzeuge zu lösen haben werden, kommen die Kosten kaum in Betracht. Letztere sind übrigens dazu noch verhältnismässig gering. Die hierüber in der Presse verbreiteten Zahlen umfassen doch die gesamten Kosten, nicht nur für das Fahrzeug allein, sondern für die Werftanlagen, die gewaltige Bauhalle mit ihrer Verankerung, die Gasflaschen und deren Pontons mit ihrem Schuppen, eine Anzahl von Motor- und anderen Booten u. s. w. Wie hoch würde wohl ein Torpedoboot zu stehen kommen, wenn man ihm allein die Werft, den sicheren Hafen u. s. w. aufrechnen wollte? Die berüchtigt gewordenen 10000 Mark für eine Gasfüllung entstehen in der Hauptsache auch nur durch den weiten Transport des Gases von Griesheim nach Manzell.

Die vorstehenden Ausführungen dürften die Ueberzeugung begründen, dass mein Luftfahrzeug, selbst wenn es demnächst wider Erwarten noch keine ganz befriedigende Schnelligkeit erweisen sollte, doch sicher gezeigt hat, wie es möglich ist, Fahrzeuge zu bauen, die die grossen für sie gedachten Aufgaben zu erfüllen vermögen.

---

[1]) Siehe hierüber meine Ausführung in *Zeitschrift des Vereins deutscher Ingenieure* 1895, S. 568 und 412, sowie in *Zeitschrift für Luftschiffahrt und Physik der Atmosphäre* 1896, S. 172 ff., 274 ff.

Arnold Bergsträsser Verlagsbuchhandlung (A. Kröner) Stuttgart.
Druck der Union Deutsche Verlagsgesellschaft ebendaselbst.



DINGLERS

POLYTECHNISCHES JOURNAL.

81. Jahrg., Bd. 315, Heft 32. Stuttgart, 11. August 1900.

Jährlich 52 Hefte in Quart. **Abonnementspreis** vierteljährlich 6 M., direkt franko unter Kreuzband für Deutschland und Oesterreich 6 M. 65 Pf., für das Ausland 7 M. 30 Pf. Redaktionelle Sendungen und Mitteilungen bittet man zu richten: An die Redaktion von „Dinglers Polytechn. Journal“ in Stuttgart, die Expedition betreffende Schreiben an Arnold Bergsträsser Verlagsbuchhandlung (A. Kröner) Stuttgart.



Beitrag zur Erklärung des Ohm'schen Gesetzes.

Von **Rudolf Mewes,** Ingenieur und Patentanwalt.

I. Allgemeine Vorbemerkung.

Das *Ohm*'sche Gesetz, das von *G. S. Ohm* 1826 aufgestellt worden ist und nach welchem die Stromintensität der Summe aller in einer galvanischen Kette wirksamen elektromotorischen Kräfte direkt, der Summe aller Leitungswiderstände aber umgekehrt proportional ist, wird, wenn man die Stromintensität mit J, die elektromotorische Kraft der Kette mit E, den Gesamtwiderstand mit W bezeichnet, durch die einfache und leicht verständliche Formel

$$J = \frac{E}{W}$$

oder

$$E = W \cdot J \quad \ldots \ldots \quad 1)$$

ausgedrückt; das *Ohm*'sche Gesetz gibt also die Beziehung an, welche nach den Erfahrungsthatsachen zwischen den Grössen E, W und J besteht, ganz gleichgültig, auf welche Weise die elektromotorische Kraft erzeugt wird.

So einleuchtend der Grundgedanke dieses Gesetzes bei oberflächlicher Betrachtung erscheint und so sicher die Gültigkeit desselben durch die Beobachtungen von *Ohm* selbst und später von *Fechner*, *Kohlrausch* und *W. Weber* nachgewiesen ist, ebenso grosse und bisher fast unüberwindbare Schwierigkeiten hat eine theoretische, einwandsfreie Begründung dieses neben dem *Coulomb*'schen und dem *Weber*'schen elektrodynamischen Grundgesetze wichtigsten Gesetzes der Elektrizitätslehre den Physikern bis auf den heutigen Tag bereitet. Die für den praktischen Elektrotechniker so klar und scharf bestimmten Begriffe „Stromstärke“ oder „Stromintensität“, „elektromotorische Kraft“ und „elektrischer Widerstand“, deren thatsächliche Beziehung zu einander durch das *Ohm*'sche Gesetz gekennzeichnet wird, haben weder vom Standpunkte der alten Fluidaltheorie noch auch von demjenigen der durch die *Hertz*'schen Arbeiten sicher begründeten elektrischen Wellenlehre aus sich klar und deutlich erklären lassen und haben auch seit Einführung des absoluten Masssystems nicht an Klarheit gewonnen; es sind vielmehr gerade erst seit Einführung desselben die Widersprüche, welche in denselben enthalten sind, deutlicher bemerkt worden.

In dieser Hinsicht bemerkt *Th. Schwartze* im *„Grundgesetze der Molekularphysik“* (Leipzig, Verlagsbuchhandlung von *J. J. Weber* 1896) völlig zutreffend auf S. 161 folgendes: „Bekanntlich wird die Dimensionsformel des spezifischen Widerstandes hergeleitet aus den Beziehungen des sogen. *Ohm*'schen Widerstandes zur Länge l und dem Querschnitt q des Leiters. Bezeichnet man den spezifischen Widerstand mit ϱ, so erhält man die Formel:

$$R = \frac{l}{q}\,\varrho = \frac{L}{L^2} \cdot L^2\,T^{-1} \quad \ldots \quad 2)$$

wobei man durch einen Zirkelschluss aus der Definition des Widerstandes R als einer Geschwindigkeit $L\,T^{-1}$ den spezifischen Widerstand durch $L^2\,T^{-1}$ definiert, obschon dieser sogen. spezifische Widerstand ebenso wenig wie die spezifische Wärme oder das spezifische Gewicht von der Zeit abhängig ist, sondern nur ein numerischer Vergleichswert sein kann, dem eine willkürlich eingeführte Einheit zu Grunde liegt. Unzweifelhaft ist der sogen. *Ohm*'sche Widerstand durch die Kapazität des Leitermaterials für Aufnahme der als Elektrizität bezeichneten Kraftäusserung bedingt; diese Kraftäusserung kann aber nur in einer besonderen Bewegungsform ihre Ursache haben, denn die Kraft beruht in Bewegung; Gewicht kann nur durch kinetischen Druck erzeugt werden, denn Druck ist Tendenz zur Geschwindigkeitsentwickelung; im scheinbaren Ruhezustande eines Körpers muss aber diese Geschwindigkeitsentwickelung im Unendlichkleinen, d. h. in der Verfolgung einer unmessbar kleinen Kraftstrecke ihre Grenze finden. Da nun aber mit Nullierung der Tendenz zur Geschwindigkeitsentwickelung auch der Druck nulliert werden würde, so folgt daraus, dass die Tendenz zur Geschwindigkeitsentwickelung eine pulsierende sein muss. Daher kann die Schwerkraft nur durch Schwingungen oder Wellenbewegung des Aethers, ähnlich wie das Licht, zur Entfaltung gelangen. Ebenso muss aber auch der sogen. *Ohm*'sche Widerstand, der ähnlich wie das Gewicht als Druck, nämlich als Gegendruck der Stromwirkung auftritt, in einer schwingenden Bewegung der beeinflussten Kraftpunkte der betreffenden Substanz, des Leitermaterials und des Aethers, seinen Grund haben. Hieraus folgt aber wiederum, mit Rücksicht auf das Prinzip der Gleichheit von Wirkung und Gegenwirkung, dass auch der sogen. elektrische Strom nur als kinetischer Druck zu betrachten ist und dass also Strom und Widerstand Grössen gleicher Ordnung sind, die sich im Maximum und Minimum ihrer schwingenden Bewegung miteinander ausgleichen.“

Die vorstehende Anschauung von *Schwartze* stimmt mit den von mir aus dem allgemeinen Wirkungsgesetze der Materie abgeleiteten Schlussfolgerungen (*Zeitschr. d. deutsch. Ver. z. F. d. Luftschiffahrt*, Jahrg. 1887 und *Elementare Physik des Aethers*, I. Tl. S. 1 bis 6) vollständig überein. In der That habe ich auf Grund der elektrischen Wellenlehre mit Hilfe der *Sellmeier*'schen Absorptionstheorie nachzuweisen vermocht, dass der elektrische Widerstand nichts anderes als eine lebendige Kraft bedeutet, welche der diesen Widerstand erzeugenden elektromotorischen Kraft gleich ist. Zu diesem Ergebnis bin ich, wie aus den betreffenden Abschnitten a. a. O. zu ersehen ist, in stufenmässigem Entwickelungsgang, ohne dass es von mir bewusst gesucht wurde, dadurch gelangt, dass ich zunächst mit Hilfe der Absorptionstheorie die Gesetze der Fortpflanzung der Aetherwellen durch Leitung auf die Strahlung und Absorption der elektrischen Schwingungen des Aethers von Körperschicht zu Körperschicht zurückführte und auf diese Weise die Beziehung des Leitungsvermögens bezw. des diesem reciproken elektrischen Widerstandes zur brechenden Kraft $n^2 - 1$ des Leiters auffand. Da zur Zeit, als ich diese Entwickelungen zum erstenmal in der *Zeitschrift des deut-*

schen Vereins zur Förderung der Luftschiffahrt Ende der 80er Jahre veröffentlichte, die Brechungsexponenten der Metalle für die elektrischen Schwingungen noch nicht bekannt waren, so berechnete ich dieselben (n_i, n_r) mit Hilfe der aus der *Huyghens*'schen Wellentheorie sich ergebenden Gleichung

$$\frac{c_i}{c_r} = \frac{n_r}{n_i} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad 3)$$

aus den beobachteten Fortpflanzungsgeschwindigkeiten (c_i, c_r) des elektrischen Stromes in Drähten, während in naturgemässem Anschluss daran das *Snellius*'sche Brechungsgesetz

$$\sin i = n \sin r \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad 4)$$

über die vom Leiter ausgestrahlten Schwingungen, welche die Induktionserscheinungen bewirken, und über die den Leiter durcheilenden Schwingungen, welche die elektrolytischen Vorgänge bezw. die Wirkungen der elektromotorischen Kräfte bedingen, in ungezwungener Weise Aufschluss gab. Es zeigte sich dabei, dass wir beim Messen mittels der Tangentenbussole und ähnlicher Instrumente die durch Strahlung verloren gehende Menge der elektrischen Wellen bestimmen, dagegen mittels des Voltameters wirklich diejenige Elektrizitätsmenge messen, welche durch den Draht fortgeleitet wird. Bei der Untersuchung der Thermoelektrizität von diesem Standpunkte aus ergab sich das durch die Beobachtungen bestätigte Resultat, dass die Grösse der thermoelektromotorischen Kraft von dem Verhältnis der brechenden Kräfte der beiden die Thermokette bildenden Metalle abhängig ist. Eine einfache mathematische Entwickelung der so erhaltenen Resultate hat, wie ich in *Licht-, Elektrizitäts- und X-Strahlen*, S. 122 u. ff. gezeigt habe, ergeben, dass

$$E = W \,.\, J = \frac{c_r^2}{2} \,.\, J \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad 5)$$

oder für die Stromstärke $J = 1$

$$E = W = \frac{c_r^2}{2},$$

d. h. der spezifische Widerstand nichts anderes als die lebendige Kraft der Stromstärke 1 und der diesen Widerstand erzeugenden elektromotorischen Kraft E gleich ist. Die auf diesem Wege gefundenen Beziehungen finden ihre Bestätigung durch die höchst interessante Arbeit von *C. Liebenow* „Ueber den elektrischen Widerstand der Metalle" (*Zeitschrift für Elektrochemie*, 4. Jahrg. Nr. 8 und 9, 1897). *Liebenow* ist ebenso, wie dies in *Elementare Physik des Aethers*, 2. Tl. S. 3 u. ff. geschehen ist, von der Thermoelektrizität ausgegangen.

Im Anschluss an die vorstehenden Bemerkungen, welche lediglich zur Aufklärung über das erstrebte Ziel und über die Tragweite des vorliegenden Problemes dienen sollen, gedenke ich an der Hand der angeführten Lösungsversuche das elektrische Leitungsvermögen bezw. den elektrischen Widerstand, die elektromotorische Kraft, die Induktion und zum Schluss das alle diese Vorgänge umfassende *Ohm*'sche Gesetz vom Standpunkte der Wellentheorie aus zu erläutern.

II. Leitungswiderstand bezw. Vermögen nach Liebenow und Mewes.

Beim Strömen der Elektrizität durch einen geschlossenen Leiter tritt infolge der bedeutenden Fortpflanzungsgeschwindigkeit des elektrischen Stromes, in Kupferdrähten immerhin noch 4000 bis 6000 km in der Sekunde, fast momentan ein stationärer Zustand ein, so dass in gleichen Zeiten durch jeden Querschnitt gleiche Elektrizitätsmengen hindurchfliessen. Die Menge der im Stromkreise fliessenden Elektrizität können wir, da wir ja nur Differenzzustände zu beobachten vermögen, nicht direkt messen. Wir müssen daher auf die Menge der fliessenden Elektrizität, die Stärke des galvanischen Stromes, genau in derselben Weise, wie dies bei der Wärme und beim Licht geschieht, aus den Wirkungen des Stromes schliessen; vorzüglich sind es zwei Wirkungen, welche man zur Messung derselben benutzt, nämlich die chemischen und magnetischen Vorgänge, welche einerseits bei der Elektrolyse oder der Zersetzung binärer chemischer Verbindungen in ihre Elemente bezw. Radikale durch den Strom stattfinden, andererseits bei der Induktion und dem Elektromagnetismus in der Tangentenbussole oder im Galvanometer durch mechanische Arbeitsleistungen ausserhalb des Stromkreises wirksam werden.

Bei der ersten Art von Messapparaten, den Voltametern, erhält man, da die Wärmetönung der in Frage kommenden chemischen Verbindungs- und Scheidungsvorgänge, d. h. die ent- bezw. gebundenen Wärmemengen durch die zahlreichen Beobachtungen der Chemie, insbesondere der Thermochemie genau bekannt sind, den Bruchteil der elektromotorischen Kraft E, welcher in der Zeiteinheit wirklich durch den Stromkreis hindurchgegangen ist, direkt in Wärmemass. Bezeichnet man nun die elektromotorische Kraft des bei einem bestimmten Versuche gebrauchten galvanischen Stromes mit E, die Summe der Widerstände mit W, so erhält man für die Menge der in der Zeiteinheit durch jeden Querschnitt des Drahtes strömenden Elektrizität

$$e = \frac{E}{W} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad 1)$$

Befindet sich in dem Stromkreis eine Zersetzungszelle (Voltameter), so wird in derselben in der Zeiteinheit durch die strömende Elektrizität eine gewisse Quantität J Knallgas entwickelt; die Beobachtung ergibt weiter, dass die Menge des entwickelten Knallgases der Dauer des Stromdurchganges direkt proportional ist. Da bei konstantem Stromdurchgange in gleichen Zeiten die gleiche Elektrizitätsmenge den Stromkreis durchfliesst, so folgt aus dieser Beobachtung, dass die Menge des entwickelten Knallgases der Menge der strömenden Elektrizität proportional ist. Das Gleiche muss auch stattfinden, wenn in gleichen Zeiten verschiedene Elektrizitätsmengen den Stromkreis durchfliessen, oder es muss die in gleichen Zeiten den Stromkreis durchfliessende Elektrizitätsmenge der Menge des entwickelten Knallgases proportional sein. Ist J die in der Zeiteinheit entwickelte Knallgasmenge, a eine Konstante, so muss

$$J = a\, e = \frac{a\, E}{W} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad 2)$$

sein. (Nebenbei sei hier bemerkt, dass die in physikalischen und elektrotechnischen Untersuchungen stets benutzte Einheit „das Ampère" gleich zehn *Weber*'schen Einheiten — Einheit des absoluten elektromagnetischen Strommasses — ist und in einer Minute 10,434 ccm Knallgas von 0° und 760 mm Druck liefert.)

Da J die durch den Stromkreis wirklich hindurchgegangene, E die erzeugte Elektrizitätsmenge ist, so muss die aus dem Stromkreis nach aussen ausgestrahlte bezw. in irgend einer Form nach aussen abgegebene Elektrizitätsmenge, wenn J und F in Wärmemass angegeben werden, für die Zeiteinheit gleich dem Unterschiede beider Grössen sein. Aus Gleichung 2) folgt

$$\frac{E}{J} = \frac{W}{a}$$

oder

$$E - J : W - a = J : a,$$

d. h.

$$V = E - J = \frac{W - a}{a} \,.\, J \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad 3)$$

Die nach aussen abgegebene Elektrizitätsmenge $V = E - J$ kann jedoch mit Hilfe der Tangentenbussole oder eines Galvanometers gemessen werden. Bezeichnet man die abstossende Kraft einer Tangentenbussole mit i, so muss, wenn diese abstossende Kraft der in der Zeiteinheit durch jeden Querschnitt des Drahtes strömenden Elektrizität e proportional ist,

$$i = b \,.\, e = b\, \frac{E}{W} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad 4)$$

sein, da eben die durch den Draht strömende Elektrizität es ist, welche die Ablenkung hervorruft. Streng genommen trifft diese allgemein in den physikalischen Lehr- und Handbüchern angeführte Begründung der Gleichung 4) nicht zu; denn in Wahrheit wird die Ablenkung der Magnetnadel

in der Tangentenbussole durch die aus dem Stromkreis austretende Elektrizitätsmenge $E - J$ bewirkt. Man muss daher richtiger setzen

$$i = b \frac{E-J}{W} = \frac{b \,.\, V}{W} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad 5)$$

Es scheint hier ein wichtiger Punkt vorzuliegen, der meines Wissens bei der Untersuchung des *Ohm*'schen Gesetzes noch nicht berücksichtigt worden ist.

Aus Gleichung 4) folgt

$$\frac{E}{i} = \frac{W}{b}$$

oder

$$E - i : W - b = i : b,$$

d. h. die im Stromkreis gebliebene Elektrizitätsmenge

$$J = E - i = \frac{W-b}{b} \,.\, i \quad . \quad . \quad . \quad . \quad 6)$$

Aus Gleichung 2) und 4) folgt

$$\frac{i\,W}{b} = \frac{J\,W}{a}$$

oder

$$\frac{i}{J} = \frac{b}{a} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad 7)$$

Das Verhältnis der Konstanten b und a gibt somit das Verhältnis der ausgestrahlten zur fortgeleiteten Elektrizitätsmenge an. Aus Gleichung 3) und 5) folgt dagegen für dies Verhältnis

$$\frac{i}{J} = \frac{W-a}{a} \cdot \frac{b}{W} = \frac{b}{a} \cdot \left(1 - \frac{a}{W}\right) \quad . \quad . \quad 8)$$

Die Gleichungen 7) und 8) fallen, da a im Verhältnis zu W eine kleine Grösse ist, ziemlich zusammen.

Aus den Gleichungen 2) und 4), welche bekanntlich zur Bestimmung der spezifischen Widerstände W und auch der elektromotorischen Kräfte E der galvanischen Säulen durch die Beobachtungswerte J und i dienen, geht hervor, dass die Begriffe W und E in engstem Zusammenhange miteinander stehen und einander gleichwertige Grössen darstellen. Bevor man über das *Ohm*'sche Gesetz urteilen kann, muss man daher eine klare theoretische Erklärung über Sinn und Bedeutung der Begriffe und Grössen „elektrischer Widerstand“ und „elektromotorische Kraft“ geben.

C. Liebenow suchte diese Aufgabe in seiner schon oben erwähnten Arbeit „Ueber den elektrischen Widerstand der Metalle“ (*Zeitschrift für Elektrochemie*, Jahrg. 1897, Nr. 8 und 9) durch die Annahme zu lösen, dass die an festen Metallen stattfindenden Erscheinungen so vor sich gehen, als ob thermoelektromotorische Gegenkräfte die schnelle Verschiebung der Elektrizität in diesen Leitern verhindern, und geht bei seinen Entwickelungen von der alten *Dalton*schen Atom- und Molekültheorie aus, nach welcher die kleinsten Teile eines festen Metalles selbständige Körperchen von sehr kleinen Dimensionen, nämlich Moleküle, sind und letztere selbst im allgemeinen aus noch kleineren, nicht weiter teilbaren Körperchen, den chemischen Atomen, bestehen.

Aus dem Gemisch zweier Metalle, in welchem keinerlei Veränderung der Moleküle stattgefunden haben möge, denkt er sich einen unendlich dünnen Cylinder herausgeschnitten, dessen Radius gegenüber die Dimensionen eines Moleküls noch sehr gross erscheinen. Ein solcher Faden, der abwechselnd aus molekularen Teilen (Atomen) der beiden Metalle bestehen soll, gleicht somit einer Thermosäule, die aus zwei Metallen in wechselnder Reihenfolge aufgebaut ist. Lässt man durch einen solchen Metallfaden einen elektrischen Strom hindurchgehen, so muss an denjenigen Stellen, in denen sich die Teilchen der beiden Metalle berühren, die bekannte Peltier-Erscheinung auftreten, da kein Grund vorhanden ist, warum die bei grösseren Massen beobachteten Vorgänge nicht auch bei den Bestandteilen, den Molekülen, unter sonst gleichen Bedingungen eintreten sollen.

Die Gesetze derartiger Thermosäulen entwickelt *Liebenow* a. a. O., sowohl für Elemente von gleicher als auch für solche von ungleicher Länge. Da der letztere Fall nur eine mathematisch verwickeltere Behandlung erfordert, im übrigen aber zu demselben Ergebnis wie der einfachere Fall, in welchem die Elemente gleiche Länge besitzen, so sollen hier nur die diesbezüglichen Entwickelungen und zwar wörtlich wiedergegeben werden, da sich dieselben wegen ihrer Einfachheit kaum kürzer darstellen lassen.

Der in Fig. 1 abgebildete Metallfaden besteht aus miteinander abwechselnden Elementarblättchen $\alpha\beta$, $\alpha_1\beta_1$, $\alpha_2\beta_2$ u. s. w. von der Dicke $d\,l_\alpha$ bezw. $d\,l_\beta$ und dem Querschnitt q, während der ihn durchfliessende elektrische Strom die konstante Intensität i besitzt.

„Ist die Länge der ganzen Säule gleich 1, so ist, wenn

$$\Sigma\, d\, l_\alpha = n \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad 1')$$

gesetzt wird,

$$\Sigma\, d\, l_\beta = 1 - n \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad 2')$$

Die Gesamtzahl aller Plattenpaare (Elemente) sei m; es ist also m eine sehr grosse Zahl. Der Strom i, welcher die Plättchen senkrecht zu ihren Berührungsflächen durchfliesst, möge die bekannte Peltier-Erscheinung in ihnen hervorrufen, d. h. er möge bewirken, dass etwa an allen ungeraden Berührungsflächen (Uebergang von α zu β) in der Zeiteinheit die Wärmemenge w_1 entwickelt werde, während gleichzeitig an allen geraden Berührungsflächen (Uebergang von β zu α) die Wärmemenge w_2 verschwinde.

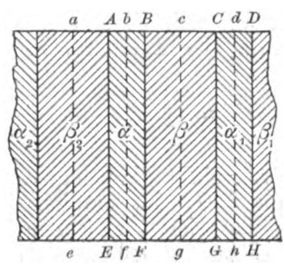


Fig. 1.

Von dieser Wärmemenge setze ich voraus, dass sie überall nur in einerlei Weise von der Temperatur abhänge, d. h. dass bei einer bestimmten Temperatur die bei gleicher Stromstärke je nach der Richtung des Stromes erzeugte oder absorbierte Wärmemenge stets dieselbe sei. Man kann dann setzen

$$w = i\,\varrho\,(T) \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad 3')$$

Ich setze ferner voraus, dass die Funktion $\varrho\,(T)$ sich überall stetig mit der absoluten Temperatur T ändere, und dass die Temperaturdifferenz zwischen den Endflächen des einzelnen Plättchens stets nur sehr klein bleibe; dann ist auch $\psi\,(T_1) - \psi\,(T_2)$ sehr klein und man kann zunächst ohne merklichen Fehler setzen $w_1 - w_2 = 0$.

Ich betrachte nun ein einzelnes Plattenpaar (Element). In Fig. 1 stelle das Rechteck $A\,C\,G\,E$ einen Längsschnitt desselben dar. $B\,F$ ist die Projektion der Berührungsfläche des Plättchens α mit dem Plättchen β. In $B\,F$ finde Wärmeentwickelung, in $A\,E$ und $C\,G$ Wärmeabsorption statt. Denkt man sich durch die Mitte der Plättchen parallel zu den Berührungsflächen Ebenen ($b\,f$, $c\,g$, $d\,h$) gelegt, so stellen dieselben Ebenen dar, in welchen sich die Temperatur nicht ändert, solange $w_1 = w_2$, d. h. solange die in den Berührungsflächen entwickelten Wärmemengen gleich den absorbierten sind. Ferner sind die Abschnitte $a\,b\,f\,e$, $b\,c\,g\,f$ und $c\,d\,g\,h$ Abschnitte von gleicher Wärmekapazität. Ist k^1 die spezifische Wärme des Metalles α und k_2 diejenige des Metalles β, sind ferner s^1 und s^2 die spezifischen Gewichte dieser Metalle, so ist die Wärmemenge, welche nötig ist, die Temperatur des Plättchens α um 1° C. zu erhöhen,

$$k^1 = s^1\, k^1\, q\, d\, l_\alpha \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad 4')$$

Ebenso ergibt sich für das Plättchen β

$$k^2 = s^2\, k^2\, q\, d\, l_\beta \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad 5')$$

Um die Temperatur eines Plattenpaares um 1° C. zu erhöhen, bedarf es also einer Wärmemenge

$$k = k^1 + k^2 = q\,(s^1\, k^1\, d\, l_\alpha + s^2\, k^2\, d\, l_\beta) \quad . \quad . \quad 6')$$

Wären daher die Ebenen bf und cg für die Wärme undurchlässig, so würde die in der kleinen Zeit dt in BF entwickelte Wärme dw hinreichen, um die Temperatur der beiden sich an die Fläche BF anschliessenden Halbplättchen $bBfF$ und $BcgF$ um $dT = 2\frac{dw}{k}$ zu erhöhen. Um den gleichen Betrag würde beim Stromdurchgang die Temperatur der von den Flächen ae und bf, sowie von cg und dh eingeschlossenen Abschnitte durch Wärmeabsorption in derselben Zeit dt sinken.

Sind dagegen in bf und cg keine für Wärme undurchdringliche Scheidewände vorhanden, so bleibt hier die Temperatur konstant. Nimmt man nun an, die Temperaturverteilung in den Plättchen sei von Beginn des Stromes ab eine lineare Funktion von dl_α resp. dl_β, so würde die Hälfte der eben genannten Wärmemenge nötig sein, damit die Temperatur an der Berührungsstelle BF um dT erhöht werde.

Bezeichnet man endlich diejenige Wärmemenge, welche durch Wärmeleitung in der kleinen Zeit dt aus der sich erwärmenden Hälfte in die sich abkühlende übergeht, mit dw_1, so ist die in der Zeit dt und BF durch den Strom bewirkte Vermehrung der Temperatur

$$dT = \frac{8}{k}(dw - dw^1) \quad \ldots \quad 7')$$

Um denselben Betrag sinkt die Temperatur in der gleichen Zeit dt in AE und CG. Ist endlich τ die Temperaturdifferenz, welche zur Zeit t zwischen der warmen und kalten Berührungsfläche stattfindet, so ist, wenn $d\tau$ die Vermehrung dieser Differenz in der kleinen Zeit dt bezeichnet,

$$d\tau = 2\,dT \quad \ldots\ldots \quad 8')$$

mithin nach Gleichung 7')

$$d\tau = \frac{8}{k}(dw - dw^1) \quad \ldots\ldots \quad 9')$$

Nun ist aber

$$dw = w\,dt \quad \ldots\ldots\ldots \quad 10')$$

$$dw^1 = \tau\left(\frac{q}{dl_\alpha}a + \frac{q}{dl_\beta}b\right)dt, \quad \ldots \quad 11')$$

wenn a und b die spezifischen Leitungsfähigkeiten der Metalle α und β für die Wärme (bezogen auf die Sekunde als Zeiteinheit) bedeuten, so dass man schreiben kann

$$d\tau = \frac{8}{k}\left[w - \tau\left(\frac{a}{dl_\alpha} + \frac{b}{dl_\beta}\right)q\right]dt \quad . \quad 12')$$

Setzt man der Kürze halber

$$\frac{8}{k}w = r \quad \ldots\ldots \quad 13')$$

und

$$\frac{q}{w}\left(\frac{a}{dl_\alpha} + \frac{b}{dl_\beta}\right) = \mu \quad \ldots\ldots \quad 14')$$

so ist

$$d\tau = r(1 - \mu\tau)\,dt \quad \ldots\ldots \quad 15')$$

Hieraus ergibt sich durch Integration unter Berücksichtigung, dass für $t = 0$ auch $\tau = 0$ wird,

$$\tau = \frac{1}{\mu}(1 - e^{-\mu r t}) \quad \ldots\ldots \quad 16')$$

Da nun

$$dl_\alpha = \frac{n}{m}$$

und

$$dl_\beta = \frac{1-n}{m}$$

ist, so erhält man, wenn man

$$\frac{a(1-n) + bn}{n(1-n)} = \varrho \quad \ldots\ldots \quad 17')$$

und

$$\frac{8}{s^1k^1n + s^2k^2(1-n)} = \sigma \quad \ldots \quad 18')$$

setzt,

$$\tau = \frac{w}{m\varrho q}(1 - e^{-\sigma\varrho m^2 t}) \quad \ldots\ldots \quad 19')$$

Nun ist ferner erfahrungsmässig die elektromotorische Kraft π des einzelnen Thermoelements gleich der Temperaturdifferenz τ an den Endflächen multipliziert mit einem gewissen Faktor, welcher ausser von den gewählten Einheiten sowohl von der Natur der sich berührenden Metalle als auch von der mittleren Temperatur der beiden Lötstellen abhängt. Bezeichnen wir denselben mit $\varphi(T)$, so ist

$$\pi = \varphi(T)\,\tau \quad \ldots\ldots \quad 20')$$

$$\pi = \varphi(T)\frac{w}{m\varrho q}(1 - e^{-\sigma\varrho m^2 t}) \quad \ldots \quad 21')$$

Da in der ganzen Säule m Elemente hintereinander geschaltet sind, so hat man, um die durch Strom i in der ganzen Säule hervorgerufene Gegenkraft zu berechnen, den obigen Ausdruck mit m zu multiplizieren; also

$$\Pi = m\pi\varphi(T)\frac{w}{\varrho q}(1 - e^{-\sigma\varrho m^2 t}) \quad . . \quad 22')$$

Hierin ist m eine sehr grosse Zahl, während σ und ϱ im allgemeinen von gewöhnlicher (endlicher) Grössenordnung sind. Mithin verschwindet das Glied $e^{-\sigma\varrho m^2 t}$ bereits für sehr kleine Werte von t, und man erhält für endliche t:

$$\Pi = \frac{w}{\varrho q}\varphi(T) \quad \ldots\ldots \quad 23')$$

Da ferner

$$w = i\,\psi(T),$$

siehe Gleichung 3'), so ist

$$\Pi = \frac{i}{\varrho q}\psi(T)\varphi(T) \quad \ldots \quad 24')$$

oder wenn

$$\psi(T)\varphi(T) = f(T),$$

$$\Pi = \frac{i}{\varrho q}f(T) \quad \ldots\ldots \quad 25')$$

Setzt man ferner

$$\frac{f(T)}{\varrho q} = r \quad \ldots\ldots\ldots \quad 26')$$

so ist hiernach

$$\Pi = ri \quad \ldots\ldots\ldots \quad 27')$$

Nennt man r den „scheinbaren Widerstand" der Säule, so erhält man für diesen Widerstand nach Einsetzung des Wertes von ϱ nach Gleichung 17')

$$r = \frac{n(1-n)}{a(1-n) + bn}\cdot\frac{f(T)}{q} \quad \ldots \quad 28')$$

Ist endlich die Länge der Säule nicht, wie bisher angenommen, gleich 1, sondern gleich l, so sind in dem vorigen überall die Ausdrücke n und $(1-n)$ resp. m mit l zu multiplizieren, und man erhält statt der vorigen Gleichung

$$r = \frac{n(1-n)}{a(1-n) + bn}\cdot\frac{l}{q}f(T) \quad \ldots \quad 29')$$

Durch Einsetzen des Wertes aus Gleichung 29') in Gleichung 27') erhält man

$$\Pi = \frac{n(1-n)}{a(1-n) + bn}\cdot\frac{l}{q}if(T) \quad \ldots \quad 30')$$

Diese Gleichung hat die Form des *Ohm*'schen Gesetzes und gilt, wie *Liebenow* a. a. O. nachgewiesen hat, auch für Elemente von ungleicher Länge.

Nun ist aber $w_1 - w_2$ nicht genau gleich Null, sondern, wenn man $w_1 = w + dw$, $w_2 = w - dw$ setzt, $w_1 - w_2 = 2dw$, während man durch Differentiieren der Gleichung 3')

$$dw = i\,\psi^1(T)\,dT$$

und aus Gleichung 20') mit Rücksicht auf

$$\tau = 2\,d\,T$$

die Gleichung

$$d\,T = \frac{\pi}{2\,\varphi(T)}$$

erhält. Folglich wird

$$2\,d\,w = 2\,i\,\psi^1(T)\,d\,T = \pi\,i\,\frac{\psi^1(T)}{\varphi(T)} = w_1 - w_2.$$

Multipliziert man die in einem Elemente freiwerdende Wärme $w_1 - w_2$ mit m, so erhält man die in der ganzen Säule in der Zeiteinheit freiwerdende Wärmemenge

$$W = m\,\pi\,i\,\frac{\psi^1(T)}{\varphi(T)} = \Pi\,i\,\frac{\psi^1(T)}{\varphi(T)}$$

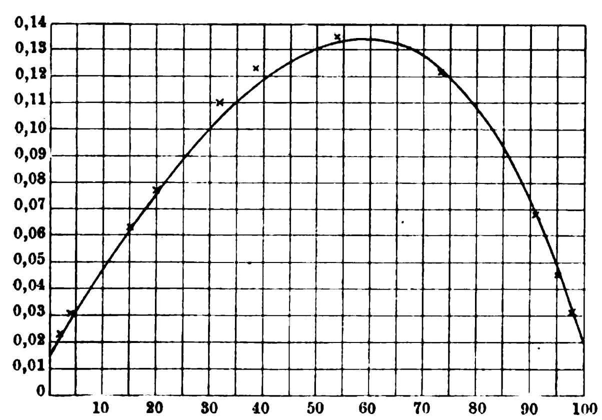
oder, wenn W_t die in der Zeit t freiwerdende Wärme bezeichnet

$$W_t = \Pi\,i\,t\,\frac{\psi^1(T)}{\varphi(T)}.$$

Da jedoch nach dem *Joule*'schen Gesetze die Wärmemenge, welche durch einen elektrischen Strom erzeugt wird, unabhängig von der Temperatur ist und allein von $\Pi\,i\,t$ abhängt, so ist $\frac{\psi^1(T)}{\varphi(T)}$ eine Konstante.

Liebenow hat die Richtigkeit der von ihm theoretisch abgeleiteten Gleichung 30') durch die zahlreichen Beobachtungen von *Matthiessen* über den Widerstand von Metalllegierungen bestätigt, wie die in den Diagrammen Fig. 2 und 3 durch die Kurven dargestellten theoretischen Werte und die durch * gekennzeichneten Beobachtungswerte erkennen lassen.

Im Gegensatz zu *Liebenow*, der nach vorstehenden Ausführungen die Wärmeentwickelung im Stromkreise bezw. den Stromwiderstand als eine Wirkung von thermoelektro-



Gold-Kupferlegierung Proz. Gold. Widerstand in Ohm bei 0° C.

Fig. 2.

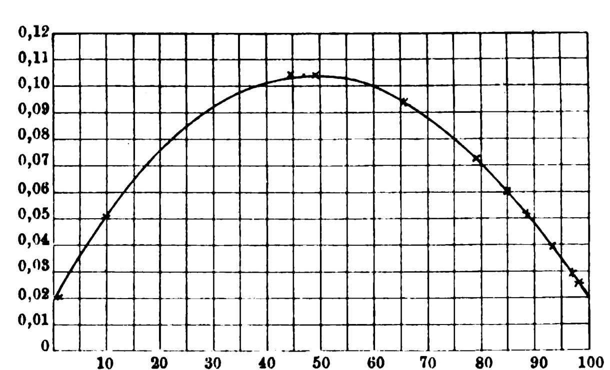
motorischen Gegenkräften ansieht und darauf seine theoretischen Entwickelungen gründete, bin ich gerade umgekehrt von der Grundanschauung ausgegangen, dass die thermoelektromotorische Kraft durch die Verschiedenheit der Wärmeabsorption bezw. Wärmeleitungsfähigkeit in den die Thermosäule bedingenden Metallen bedingt wird.

Anlass zu dieser Auffassung hat die von mir angenommene Ueberzeugung gegeben, dass der elektrische Strom nichts anderes als ein Aufsaugen und Wiederausstrahlen der elektrischen Aetherschwingungen von Schicht zu Schicht der Leiter sei und demnach das Leitungsvermögen bezw. der Leitungswiderstand durch die *Sellmeier*sche Absorptionstheorie sich gesetzmässig erklären lassen müsse. Bestärkt wurde ich in dieser Ansicht in hohem Masse dadurch, dass die Differentialgleichungen für das elektrische Leitungsvermögen mit denjenigen für die Wärmeleitung vollständig übereinstimmen und die spezifischen Werte des Leitungsvermögens für Wärme und Elektrizität nach den genauesten Beobachtungen völlig parallel laufen.

Nach *Wüllner* Bd. 3, 5. Aufl., § 91 ist nämlich die Differentialgleichung für die durch lineare Leiter strömende Elektrizität

$$i = -k\,q\,\frac{d\,V}{d\,x} \quad \ldots\ldots \quad 9)$$

worin k die Leitungsfähigkeit, d. h. den umgekehrten Wert des Leitungswiderstandes, q den Querschnitt des Leiters und V den Wert der Potentialfunktion an der im Abstande x von irgend einem Anfangspunkte gelegenen Stelle des Leiters bedeutet. Die Uebereinstimmung zwischen Elektrizitäts- und Wärmeleitung wird noch besonders durch folgende Ausführungen in *Wüllner* a. a. O. auf S. 599 und 600 nachgewiesen: „Denken wir uns nämlich einen hinreichend langen Draht mit dem Pole einer Batterie verbunden, deren anderer Pol zur Erde abgeleitet ist, so muss auch in diesem Drahte ein konstanter, aber in verschiedenen Abständen von dem Pole der Batterie verschieden starker Strom vorhanden sein. Durch die Verbindung mit dem Pole der Batterie fliesst Elektrizität auf den Draht, und wenn von dem Drahte gar kein Verlust von Elektrizität stattfände, so würde die Potentialfunktion überall bald denselben Wert erhalten wie an dem Pole; nun findet aber an allen Stellen von der Oberfläche des Drahtes ein Verlust der Elektrizität nach aussen statt, deshalb kann die Potentialfunktion nicht überall denselben Wert annehmen, sondern *es tritt ein stationärer Zustand ein, der dann erreicht ist, wenn in gleichen Zeiten an irgend ein Flächenstück des Drahtes von der Batterie her ebensoviel Elektrizität hinströmt, als nach aussen durch Zerstreuung und Ableitung verloren geht.* Das Verhalten eines solchen Drahtes gegen die Elektrizität ist ganz dasselbe wie das eines in freier Luft erwärmten Stabes gegen die Wärme; gerade wie bei letzterem ein stationärer Temperaturzustand eintritt, wenn jede Stelle des Stabes so viel Wärme empfängt, als sie abgibt, so tritt hier ein stationärer Potentialzustand auf, wenn jede Stelle des Drahtes in gleichen Zeiten ebensoviel Elektrizität erhält, wie sie abgibt. Ja wir können, um die Ströme an den verschiedenen Stellen des Drahtes zu erhalten, einfach die Gleichung der Wärmeleitung in einem Stabe anwenden, indem wir für die in letztere eingehende



Gold-Silberlegierung Proz. Gold. Widerstand in Ohm bei 0° C.

Fig. 3.

Temperatur einfach die elektrische Potentialfunktion einsetzen. Denn ebenso wie der Wärmestrom der Temperaturdifferenz der benachbarten Schichten, ist der elektrische Strom der Potentialdifferenz proportional, und ebenso wie die Wärmeabgabe nach aussen der Temperatur des Stabes an der betrachteten Stelle, vorausgesetzt, dass die Temperatur der Umgebung gleich Null ist, so ist der Elektrizitätsverlust an einer Stelle des Drahtes dem dort vorhandenen Werte der elektrischen Potentialfunktion proportional."

Aus Gleichung 9) folgt

$$i = -k\,q\,\frac{d\,V}{d\,x},$$
$$i_1 = -k\,q\,\frac{d\,V^1}{d\,x} \quad \ldots\ldots \quad 10)$$

folglich

$$i - i_1 = -k\,q\left(\frac{d\,V}{d\,x} - \frac{d\,V^1}{d\,x}\right) = k\,q\,\frac{d^2\,V}{d\,x},$$

wenn wir $d\,V^1 = d\,V + d^2\,V$ setzen.

Nach Eintritt des stationären Zustandes muss diese

Elektrizitätsmenge nach aussen aus der Seitenfläche des Drahtes abfliessen. Ist h jene Elektrizitätsmenge, welche aus der Flächeneinheit der Oberfläche des Drahtes nach aussen abfliesst, wenn die Potentialfunktion dort den Wert 1 hat, so ist die auf der Länge dx, wo der Wert der Potentialfunktion V ist, nach aussen abfliessende Menge

$$hpV\,dx = kq\frac{d^2V}{dx} \text{ oder } \frac{d^2V}{dx^2} = \frac{hp}{kq}V \quad . \quad 11)$$

worin p der Umfang des Drahtes ist. Durch Integration erhält man

$$V = A \, . \, e^{\sqrt{\frac{hp}{kq}} \, . \, x} + B \, . \, e^{-\sqrt{\frac{hp}{kq}} \, . \, x} \quad . \quad . \quad 12)$$

und sonach

$$i = -kq\frac{dV}{dx}$$

$$= -kq \, . \sqrt{\frac{hp}{kq}}\left(A \, . \, e^{\sqrt{\frac{hp}{kq}} \, . \, x} - B \, . \, e^{-\sqrt{\frac{hp}{kq}} \, . \, x}\right) \quad 13)$$

Hat der Draht eine solche Länge, dass an seinem Ende die Potentialfunktion gleich Null wird, ohne dass der Draht abgeleitet ist, so wird $A = 0$, $B = E$, wenn E die elektromotorische Kraft für $x = 0$ ist, somit

$$i = \sqrt{hpkq} \, . \, E \, . \, e^{-\sqrt{\frac{hp}{kq}} \, . \, x} \quad . \quad . \quad . \quad 14)$$

Diese Gleichung stimmt der Form nach mit den Strahlungsformeln für Licht, Elektrizität und Wärme überein.

Bei meinen Untersuchungen konnte es sich diesen bereits feststehenden Resultaten gegenüber nicht etwa um eine mathematische Theorie der Wärme- und Elektrizitätsleitung handeln, sondern nur um die Begründung der den vorhandenen Theorien zu Grunde liegenden Annahmen durch die *Sellmeier*'sche Absorptionstheorie, die in meinen vorhergehenden Arbeiten eingehend besprochen ist. Die Grundannahmen, welche zur Entwickelung einer mathematischen Theorie der Wärmebewegung in festen Körpern notwendig und ausreichend sind, sind die beiden folgenden Hypothesen: Erstens findet bei den festen Körpern eine unmittelbare Wirkung der Wärme nur in unbeschränkt kleiner Entfernung statt, sei es nun, dass sie für weitere Entfernungen wirklich aufhört oder nur wegen ihrer Kleinheit sich den Sinnen entzieht; zweitens ist die Wirkung zwischen zwei unbeschränkt nahen Teilen dem Unterschied der Wärmemenge oder Temperatur proportional, und zwar erfolgt dieselbe als eine ausgleichende so, dass der wärmere Teil an den weniger warmen etwas abgibt. Auf diese beiden Voraussetzungen kommt jede Lehre von der Wärmebewegung schliesslich zurück, mag man die Wärme als einen Stoff ansehen oder, wie die Analogie anderer physikalischer Erscheinungen fordert, als lebendige Kraft, hervorgebracht durch die wellenförmige Bewegung des Aethers.

Diese Anschauung ist berechtigt, sobald sich nachweisen lässt, dass bei den festen Körpern die Absorption der Strahlen in der Weise erfolgt, dass dieselben bereits durch Schichten vollständig absorbiert werden, welche die Dicke der Atomschichten nicht zu weit übertreffen; denn dann wird das Quadrat der körperlichen Schichtdicke verschwindend klein werden und damit der Bedingung genügt, welche nach der Theorie die Dicke der Atomschichten bezw. das Bereich der unmittelbaren Wärmewirkung im Körper erfüllen muss. Diesen Nachweis habe ich im Jahre 1892 im I. Teil der *Elementaren Physik des Aethers (Kraft und Masse)* auf folgende ziemlich einfache Weise geführt.

Nach der *Sellmeier*'schen Absorptionstheorie ist die Intensität der absorbierten Strahlen

$$J = (n^2 - 1) \, . \, \frac{2\pi^2}{\tau^2} \, . \, m^1 (a^1)^2 \quad . \quad . \quad . \quad . \quad 15)$$

Ich bezeichne die Intensität der wirklich in die Schicht eingedrungenen Strahlen mit J_0 und bewirke durch Verdichtung oder Verdünnung bezw. durch Volumvergrösserung oder -verkleinerung, dass

$$J = 0{,}9\,J_0 = (n^2 - 1) \, . \, \frac{2\pi^2}{\tau^2} \, . \, m^1 (a^1)^2 \quad . \quad . \quad 16)$$

wird. Die absorbierte Strahlenmenge kann man jedoch noch auf andere Weise erhalten, indem man den sogen. Schwächungskoeffizienten bestimmt, d. h. den Bruchteil der eingetretenen Strahlen, welcher in einer Schicht von der Dicke 1 zurückgehalten wird. Wenn der Schwächungskoeffizient a ist, so wird nach *Kirchhoff*'s Anschauung über das Wesen der Absorption die Intensität J nach Durchstrahlung einer Schicht von h mm gleich $J_0\,a^h$ sein. Nennt man nun die Dicke der Schicht, in welcher die Intensität der Strahlen auf 0,1 geschwächt wird, $\frac{1}{\alpha}$, so ist ferner

$$0{,}1\,J_0 = J_0\,a^{\frac{1}{\alpha}}; \quad 10^{-1} = a^{\frac{1}{\alpha}}; \quad 10^{-\alpha} = a$$

oder

$$J^1 = J_0 \, . \, 10^{-\alpha h} = J_0 \, . \, e^{-m\alpha h} \quad . \quad . \quad . \quad 17)$$

wenn hierin e die Basis des natürlichen Logarithmensystems und m der natürliche Logarithmus von 10 ist. Da J_1 die durchgelassene Strahlenmenge bedeutet, so erhält man die zurückgehaltene dadurch, dass man J^1 von J_0 subtrahiert. Demnach ist

$$J = J_0 - J_1 = J_0 - J_0 e^{-m\alpha h} = J_0(1 - e^{-m\alpha h}) \quad 18)$$

Es ist aber bekanntlich

$$e^{-m\alpha h} = 1 - m\alpha h + \frac{m^2\alpha^2 h}{1 \, . \, 2} - \frac{m^3\alpha^3 h^3}{1 \, . \, 2 \, . \, 3} + - \ldots$$

Folglich ist

$$J = J_0\left\{1 - \left(1 - m\alpha h + \frac{m^2\alpha^2 h^2}{1 \, . \, 2} - \frac{m^3\alpha^3 h^3}{1 \, . \, 2 \, . \, 3} + - \ldots\right)\right\}$$

oder 19)

$$J = J_0\left(m\alpha h - \frac{m^2\alpha^2 h^2}{1 \, . \, 2} + \frac{m^3\alpha^3 h^3}{1 \, . \, 2 \, . \, 3} - + \ldots\right).$$

Da man aber den Wert von h so klein wählen kann, wie man will, und α eine Konstante ist, so kann man setzen

$$J = J_0 m\alpha h \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad 20)$$

Die beiden für J ermittelten Werte sind also

$$J = J_0 m\alpha h = (n^2 - 1) \, . \, \frac{2\pi^2}{\tau^2} \, . \, m^1 (a^1)^2 \quad . \quad 21)$$

so dass

$$\frac{n^2 - 1}{\alpha} = \frac{J_0 \, . \, mh\tau^2}{2\pi^2 \, . \, (a^1)^2 \, . \, m^1} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad 22)$$

und für einen anderen Stoff mit dem Brechungsexponenten n_1

$$\frac{n_1^2 - 1}{\alpha_1} = \frac{J_0 \, . \, mh\tau^2}{2\pi^2 \, . \, (a^1)^2 \, . \, m^1} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad 23)$$

wird. Durch Gleichsetzen der Gleichungen 22) und 23) erhält man

$$\frac{n^2 - 1}{\alpha} = \frac{n_1^2 - 1}{\alpha_1} = const. \quad . \quad . \quad . \quad 24)$$

Es ist demnach $n^2 - 1 = C \, . \, \alpha$, d. h. *die brechende Kraft eines Mittels ist der Grösse α, dem sogen. Extinktionskoeffizienten direkt proportional.* Dieser aus der Wellentheorie abgeleitete Satz gestattet gerade in den Fällen, in denen die Prismenmethode versagt, den Brechungsexponenten der festen Stoffe durch die Beobachtung der Extinktionskoeffizienten zu bestimmen. Zur Prüfung der Richtigkeit des abgeleiteten Satzes habe ich zuerst die Beobachtungen von *Roskoe* und *Bunsen*, *Quincke* und *Wien*, sowie später auch diejenigen von *Zoth* benutzt. Nach den Beobachtungen von *Roskoe* und *Bunsen* ist $\alpha = 0{,}00577$ für Lichtstrahlen und daher auch für Wärme- und Elektrizitätsstrahlen davon nicht sehr verschieden; nach *Quincke* ist für Silber $n_1 = 6{,}7$ bezw. $= 12{,}5$ (*Wüllner, Experimentalphysik*, Bd. II, S. 486, 3. Aufl.), so dass man rund $n_1^2 - 1 = 150$ setzen kann. Für Chlor ist nach *Dulong* $n = 1{,}000772$, also $n^2 - 1 = 0{,}001544$. Demnach erhält man durch Ein-

setzen dieser Zahlenwerte in die Gleichung 24) für den Exstinktionskoeffizienten des Silbers

$$\alpha_1 = \frac{150 \,.\, 0{,}00577}{0{,}001544} = 600 \text{ (abgerundet)},$$

also $\frac{1}{\alpha_1} = \frac{1}{600} = 16 \,.\, 10^{-4}$ mm, d. h. in einer Silberschicht von der Dicke $16 \,.\, 10^{-4}$ mm wird die Intensität der Strahlen auf ein Zehntel geschwächt. Dieses mittels der *Sellmeier*schen Absorptionstheorie abgeleitete Resultat stimmt mit den von *O. Wien* angestellten Versuchen annähernd überein. Die diesbezüglichen Versuche sind in den *Annalen der Physik und Chemie* N. F. 35, 1888, S. 48, veröffentlicht. Die Beobachtungen *Wien*'s beziehen sich sowohl auf die leuchtenden als auch auf die nicht leuchtenden Wärmestrahlen. Die Dicke der Metallschichten wurde nach den von *Quincke* angegebenen Methoden gemessen (*Quincke, Pogg. Ann.* 1866, 129, S. 178). Hiernach wurde Silber durch Auflegen von Jod in Jodsilber verwandelt und aus den entstehenden Farben dünner Blättchen auf die Dicke des Silbers geschlossen. Bei anderen Metallen entfernte *Wien* einen Teil der Schicht in der Weise, dass ein glatter Rand entstand; auf diesen wurde vermittelst Schrauben ein schwaches Konvexglas so gedrückt, dass *Newton*'sche Ringe entstanden. Die Farbe der an den Rand des Metalles anliegenden Luftschicht gab die Dicke der Schicht, wenn auch wegen der Dünne der Schichten nicht sehr genau. Berechnet man mittels der Formel $J = J_0 \,.\, 10^{-\alpha h}$ und der Beobachtungen von *Wien* den Wert α, so findet man für Silber als Grenzwert für $\frac{1}{\alpha}$ rund $6 \,.\, 10^{-5}$ mm, während nach der Absorptionstheorie *Sellmeier*'s nach den ziemlich unsicheren Beobachtungen von *Quincke* als ungefähre Grenze dafür 10^{-3} mm sich ergeben hat.

Hätte man für den Brechungsexponenten n_1 des Silbers die später von *Kundt* und *Drude* mittels der Prismenmethode ermittelten Werte, welche kleiner als 1 und rund gleich 0,25 sind, in die Formel für den Exstinktionskoeffizienten einführen wollen, so hätte sich für α_1 ergeben

$$\alpha_1 = \frac{-0{,}94 \,.\, 0{,}00577}{0{,}001544} = -4 \text{ (abgerundet)}$$

oder $\frac{1}{\alpha_1} = -0{,}25$ mm; ein negativer Exstinktionskoeffizient ist aber eine sachliche Unmöglichkeit, so dass eben die Beobachtungen von *Kundt* und *Drude* nicht richtig bezw. nicht richtig ausgelegt sind, wie ich bereits mehrfach erklärt und Professor *Kundt* vor Jahren direkt mitgeteilt habe. Dies ist auch neben anderen Gründen die Ursache dafür gewesen, dass ich die ersten Bestimmungen des Brechungsexponenten des Silbers durch *Quincke* für richtiger halte und hier benutzt habe. Die Beobachtungen *Wien*'s haben mir recht gegeben.

Die von *Wien* beobachtete Schichtdicke ist ungefähr 30mal so klein als die von mir theoretisch gefundene; die aus der elektromagnetischen Lichttheorie berechnete Schichtdicke würde dagegen den Wert $89{,}7 \,.\, 10^{-9}$, also rund $9 \,.\, 10^{-8}$ mm ergeben, dessen Grössenordnung von der beobachteten gänzlich verschieden ist.

In der nachfolgenden Tabelle habe ich sämtliche mir bekannten Beobachtungen über die Exstinktionskoeffizienten der Aetherschwingungen des Lichtes, der Wärme und der X-Strahlen zusammengestellt. Um die *Zoth*'schen Beobachtungen mit den *Wien*'schen vergleichen zu können, habe ich die ersteren so umgerechnet, dass die Schwächung der Röntgenstrahlen auf Platin von derselben Schichtdicke wie dort, also von $27 \,.\, 10^{-5}$ mm bezogen wird. Die vierte Zahlenreihe ist durch Multiplikation der fünften Reihe mit $1{,}08 \,.\, 10^{-5}$ erhalten und die fünfte Reihe enthält die von *Zoth* gefundenen Quotienten $D = \frac{d}{d_1}$ (*Wiedemann's Ann.* N. F. 58, 1896, S. 344 bis 356).

Fassen wir das Resultat der vorstehenden Auseinandersetzungen kurz zusammen, so ergibt sich, dass die Körper-

Stoffe	$\frac{1}{\alpha}$ ber. mm	$\frac{1}{\alpha}$ beob. *Wien* mm	$\frac{1}{\alpha}$ beob. *Zoth* $= D \,.\, 108 \,.\, 10^{-5}$ mm	$D = \frac{d}{d_1}$ beob. *Zoth*
Ag	$3 \,.\, 10^{-5}$	$3 \,.\, 10^{-5}$	—	—
Cu	$4 \,.\, 10^{-5}$	?	—	—
Au	$5 \,.\, 10^{-5}$	$5 \,.\, 10^{-5}$	$30 \,.\, 10^{-5}$	0,28
Zn	$11 \,.\, 10^{-5}$	?	$150 \,.\, 10^{-5}$	—
Fe	$20 \,.\, 10^{-5}$	$36 \,.\, 10^{-5}$	?	—
Pt	$27 \,.\, 10^{-5}$	?	$27 \,.\, 10^{-5}$	0,25
Pb	$37 \,.\, 10^{-5}$	?	$31 \,.\, 10^{-5}$	0,29
Cd	—	—	$97 \,.\, 10^{-5}$	0,9
Sn	—	—	$108 \,.\, 10^{-5}$	1,0
Doppelspat	—	—	$14 \,.\, 10^{-4}$	13
Kupfersulfat	—	—	$16 \,.\, 10^{-4}$	15
Glimmer (Kali-)	—	—	$16 \,.\, 10^{-4}$	15
Steinsalz	—	—	$26 \,.\, 10^{-4}$	24
Gips	—	—	$28 \,.\, 10^{-4}$	26
Bergkrystall	—	—	$36 \,.\, 10^{-4}$	33
Spiegelglas	—	—	$3 \,.\, 10^{-3}$	29
Solinglas	—	—	$4 \,.\, 10^{-3}$	37
Bein	—	—	$5 \,.\, 10^{-3}$	50
Ebonit	—	—	$16 \,.\, 10^{-3}$	150
Braunkohle	—	—	$24 \,.\, 10^{-3}$	220
Wachs	—	—	$72 \,.\, 10^{-3}$	670
Ahornholz	—	—	$86 \,.\, 10^{-3}$	800
Korkholz	—	—	$265 \,.\, 10^{-3}$	2450
Chlornatriumlösung (konz.)	—	—	$1{,}6 \,.\, 10^{-2}$	150
Wasser (destill.)	—	—	$3{,}2 \,.\, 10^{-2}$	300
Glycerin	—	—	$3{,}2 \,.\, 10^{-2}$	300
Alkohol (Aethyl-, 95 %)	—	—	$6{,}4 \,.\, 10^{-2}$	600
Luft	$3{,}7 \,.\, 10^{+2}$	kleiner als 10^3 mm (n. *Langley*)	—	—
O	$4 \,.\, 10^{+2}$		—	—
H	$7{,}8 \,.\, 10^{+2}$	—	—	—
N	$5{,}3 \,.\, 10^{+2}$	—	—	—
Cl	$1{,}4 \,.\, 10^{+2}$	1,67 (*Roskoe* und *Bunsen*)	—	—

schichten, welche die eindringende Wärme fast vollständig absorbieren, ausserordentlich dünn sind und dass darum, da ja ihre Dicke bei den Leitern kaum 10^{-3} mm überschreitet, die höheren Potenzen dieser Dicke im Verhältnis zur einfachen Dicke verschwindend klein sind. Hieraus folgt, dass die unmittelbare Wirkung der Strahlen im festen Körper thatsächlich nur in sehr kleiner Entfernung stattfindet und die diesbezügliche Annahme der mathematischen Theorie vollkommen berechtigt ist. Die zweite Annahme der Theorie, dass diese Wirkung z. B. der Wärme von Schicht zu Schicht der Temperaturdifferenz direkt proportional ist, ist eine Folge der für alle Aetherschwingungen als gültig nachgewiesenen Emissions- oder Strahlungsgesetze (*Elementare Physik des Aethers*, I. Teil, S. 7 bis 9). Die Erklärung der Leitung durch Absorption und Emission von Schicht zu Schicht steht demnach mit dem wirklichen Sachverhalt in Uebereinstimmung. Danach muss sich die Wärme um so schneller fortpflanzen, je grösser der Exstinktionskoeffizient der leitenden Substanz ist, *das Leitungsvermögen muss demselben also direkt proportional sein.*

Bezeichnet man nun das Leitungsvermögen mit L bezw. L_1 und die entsprechenden Exstinktionskoeffizienten mit α und α_1, so muss sich demnach verhalten

$$L : L_1 = \alpha : \alpha_1 \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad 25)$$

es ist aber nach Gleichung 24)

$$n^2 - 1 : n_1{}^2 - 1 = \alpha : \alpha_1 ;$$

folglich ist

$$L : L_1 = n^2 - 1 : n_1{}^2 - 1 \quad . \quad . \quad . \quad . \quad 26)$$

d. h. *das Leitungsvermögen ist der brechenden Kraft der Leiter direkt proportional.*

Nun verhält sich aber nach den Beobachtungen von *v. Lang*, welche in der folgenden Tabelle zusammengestellt sind, mit grosser Annäherung

$$n_0{}^2 - 1 : n_t{}^2 - 1 = \frac{1}{T_0} : \frac{1}{T_t} \quad . \quad . \quad . \quad 27)$$



t	n	$n_t^2 - 1$	$\frac{n_0^2 - 1}{n_t^2 - 1}$	$\frac{T_t}{T_0}$
0°	1,0002945	0,0005890	1,0	1,0
10	1,0002857	0,0005714	1,031	1,036
20	1,0002773	0,0005546	1,062	1,072
30	1,0002695	0,0005390	1,093	1,109
40	1,0002621	0,0005242	1,123	1,145
50	1,0002551	0,0005102	1,154	1,181
60	1,0002487	0,0004974	1,184	1,21
70	1,0002427	0,0004854	1,213	1,254
80	1,0002371	0,0004742	1,242	1,29
90	1,0002321	0,0004642	1,269	1,327
100	1,0002275	0,0004550	1,295	1,3636

Aus Gleichung 26) und 27) folgt

$$L_0 : L_t = \frac{1}{T_0} : \frac{1}{T_t} \quad \ldots\ldots \quad 28)$$

d. h. das Leitungsvermögen ist der absoluten Temperatur umgekehrt proportional. Nun ist aber der Leitungswiderstand dem Leitungsvermögen umgekehrt proportional; folglich verhält sich

$$\frac{1}{W_0} : \frac{1}{W_t} = \frac{1}{T_0} : \frac{1}{T_t}$$

oder

$$W_0 : W_t = T_0 : T_t \quad \ldots\ldots \quad 29)$$

Der Leitungswiderstand ist somit der absoluten Temperatur direkt proportional; derselbe muss also bei den Siedepunkten der flüssigen Luft und des flüssigen Wasserstoffs sehr gering sein, wie durch Versuche bestätigt worden ist. Das genauere Gesetz ist entsprechend der Aenderung der brechenden Kraft mit sinkender Temperatur eine Exponentialformel, worauf hier jedoch nicht näher eingegangen werden soll.

Das durch die Formel 29) dargestellte Gesetz ist schon von früheren Forschern auf experimentellem Wege gefunden worden; bereits *Clausius* hat auf Grund der Untersuchungen von *Arendtsen* über den galvanischen Leitungswiderstand der Metalle bei verschiedenen Temperaturen die Vermutung ausgesprochen, dass der Leitungswiderstand der einfachen Metalle im festen Zustande der absoluten Temperatur nahezu proportional sei, also für 1° C. im Mittel 1,0037 betrage (cf. *Pogg. Ann.* 1858, Bd. 104, S. 650). Die Berechtigung dieser Vermutung hat *Werner v. Siemens* in seiner im Jahre 1861 in *Poggendorff's Annalen* veröffentlichten Abhandlung über die Widerstandsmasse und die Abhängigkeit des Leitungswiderstandes der Metalle von der Temperatur nachgewiesen und die vorhandenen Abweichungen bei einzelnen festen Metallen als Folgen von Verunreinigungen erklärt. Die Ansicht desselben, dass auch das Quecksilber, welches im flüssigen Zustande eine entschiedene Ausnahme macht, im starren Zustande und in genügendem Abstande vom Schmelzpunkte sich in seinem Verhalten betreffs des Leitungswiderstandes den anderen Metallen anschliessen werde, ist durch die bekannten, nur wenig voneinander abweichenden Beobachtungen Dr. *Grunmach*'s und Dr. *Weber*'s über das Leitungsvermögen des festen Quecksilbers vollständig bestätigt worden. In der That ist entsprechend diesem von *Clausius* theoretisch begründeten Gesetze nicht nur nach den Beobachtungen von *Arendtsen*, sondern auch nach denjenigen von *Siemens, Matthiesen, Bénoit* und *Lorentz* die Abnahme der galvanischen Leitungsfähigkeit für 1° C. im Mittel 0,0037, ein Wert, der nahe mit dem Ausdehnungskoeffizienten der dem *Mariotte-Gay-Lussac*'schen Gesetze folgenden Gase übereinstimmt. Die theoretische Erklärung und Begründung dieser Uebereinstimmung ist meines Wissens bisher noch nicht gegeben worden. Dieselbe ergibt sich, wie wir gesehen haben, ohne weiteres daraus, dass die Elektrizität ebenso wie die Wärme und das Licht eine Wellenbewegung des Aethers ist. Die Arbeit von *Liebenow* hat, wie wir oben gesehen haben, diese Anschauung vollauf bestätigt, so dass eine Erklärung des *Ohm*'schen Gesetzes von diesem Standpunkte aus im Anschluss an die gefundenen Ergebnisse nicht mehr schwer fallen dürfte. Die Lösung dieser Aufgabe soll im nächsten Abschnitt gegeben werden. (Schluss folgt.)

Max Déri's Wechselstrommotor mit grosser Anlaufkraft.

Als idealster Betrieb elektrischer Zentralen für die Versorgung eines umfangreicheren Konsumgebietes wäre der Betrieb mit Einphasenwechselströmen anzusehen. Die Elektrogeneratoren sind von der denkbarst einfachen und betriebsichersten Konstruktion und gestatten, Ströme hoher Spannungen mit Leichtigkeit zu erzeugen. Ausserdem ist durch die Transformatoren ein Hilfsmittel an die Hand gegeben, diese Spannungen nach Bedarf zu erhöhen und umgekehrt wieder auf die Verbrauchsspannung umzuwandeln, ohne dass die hierdurch, wie bei jeder Uebertragung, entstehenden Energieverluste wesentlich in das Gewicht fallen. Hierdurch ist man bei Wechselstrombetrieb in der Lage, umfangreiche Gebiete mit elektrischer Energie zu versorgen, da die hohen Spannungen den bestehenden Gesetzen nach, die in den Leitungen entstehenden Verluste, selbst bei Anwendung relativ schwach dimensionierter Leitungsnetze, auf ein praktikables Mass herabdrücken lassen.

Nun müssen aber Elektrizitätswerke darauf bedacht sein, ihre Anlagen thunlichst voll auszunutzen, und da der Bedarf an elektrischer Energie für Lichtzwecke in vollem Umfange nur für wenige Stunden anwährt, trachten, für das von ihnen gelieferte Produkt auch anderweitige Absatzgebiete zu gewinnen. Elektrizität zur Erzeugung grosser Wärmewirkungen kann ebenso wie für elektrochemische und elektrometallurgische Zwecke in grösserem Massstabe nur dort Verwendung finden, wo selbe zu relativ billigem Preise abgegeben werden kann, also dort, wo billige Betriebskräfte zur Verfügung stehen. Nur in sehr seltenen Fällen wird es bei Dampfbetrieb möglich sein, den in dieser Beziehung seitens der Konsumenten an den Preis zu stellenden Anforderungen entsprechen zu können. Es erübrigt sohin in der Regel nur ein zweites Absatzgebiet durch Verwertung des Produktes für motorische Zwecke, d. h. zum Antrieb von Elektromotoren, welche andererseits wieder die Werkmaschinen der verschiedenen kleinen und grossen Industriebetriebe entweder direkt oder durch Transmissionen in Bewegung versetzen.

Hier vermag die Elektrizität trotz all der bei Erzeugung, Weiterleitung und Umwandlung in eine andere Energieform entstehenden Verluste mit der Dampfmaschine erfolgreich in den Wettbewerb einzutreten, weil bekanntlich die Kosten der Arbeitseinheit bei Kleinbetrieben um so grösser werden, je geringer das zu erzeugende Kraftquantum ist, und weiters auch die, durch Verteilung der aufzuwendenden Arbeit auf die verschiedenen Kategorien von Arbeitsmaschinen entstehenden Uebersetzungsverluste viel grösser sind, als wie die bei Kraftverteilung auf elektromotorischem Wege entstehenden.

Aber gerade auf dem Gebiete der elektrischen Kraftübertragung ist der einphasige Wechselstrom, wenigstens dermalen noch, von dem Gleichstrom übertroffen. Wird nun weiters in Betracht gezogen, dass bei Gleichstrom durch Akkumulatoren direkte Energieaufspeicherung mög-



lich ist, so darf es nicht wundern, wenn bei vielen derartigen Anlagen, welche für den Wechselstrom geradezu prädestiniert sind, dem Gleichstrome der Vorzug gegeben wird.

Es ist nun das Bestreben der Wechselstromtechniker eifrig dahin gerichtet, den Einphasenwechselstrommotor in Bezug auf dessen Leistungsfähigkeit dem Gleichstrommotor gleichwertig zu machen.

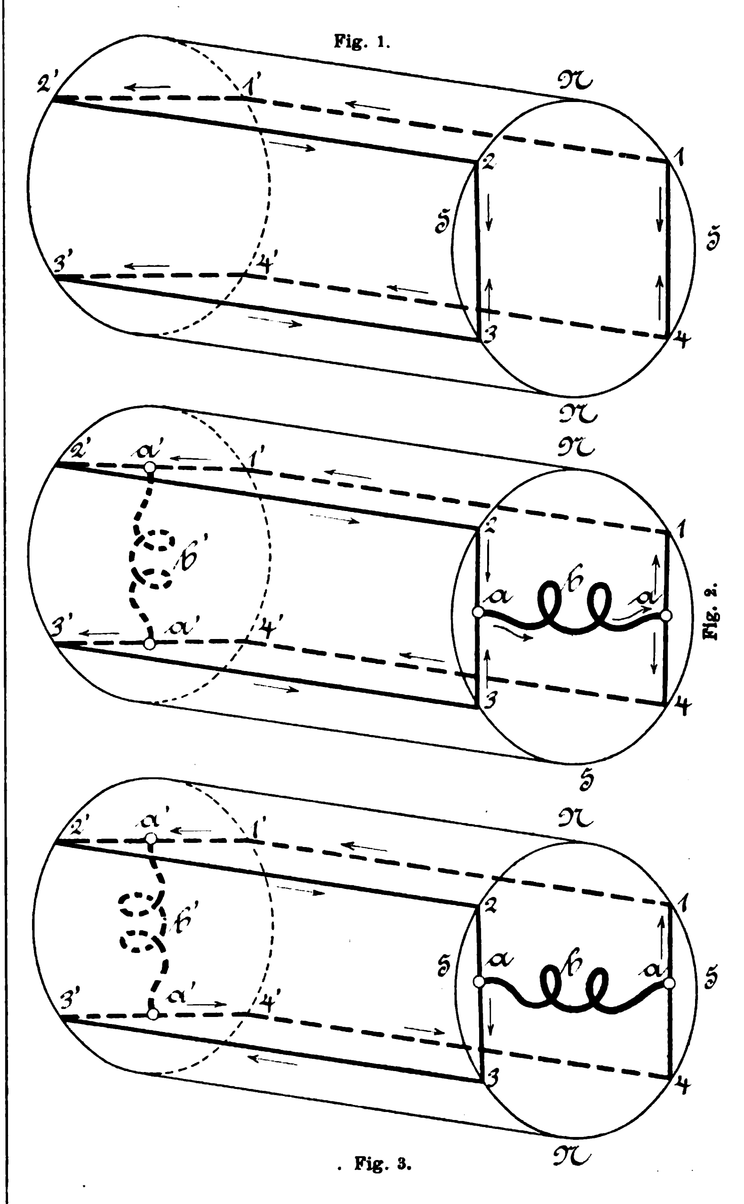
Der schwerwiegendste Nachteil des Einphasenwechselstrommotors, der sonst wegen der grossen Einfachheit und Solidität des Baues eine ideale Maschine wäre, liegt darin, dass er fast keine Anlaufkraft besitzt. Es rührt dies daher, dass in der Ruhelage des Ankers bei Stromentsendung in den Motor ein oscillierendes oder hin und her pendelndes Feld entsteht, welches in zwei Drehfelder zerlegt gedacht werden kann, die sich in entgegengesetzter Richtung drehen. Solange diese beiden Drehfelder gleiche Intensität besitzen, was zu Beginn der Stromentsendung immer der Fall sein muss, kann ein Drehmoment nicht entstehen. Sobald jedoch der Anker, sei es durch einen äusseren Anstoss oder sonst ein künstliches Mittel, in Rotation versetzt wird, erlangt das eine Drehfeld das Uebergewicht über das andere, und zwar im Verhältnisse zur Drehgeschwindigkeit, so dass bei Synchronismus des Motors, d. h. sobald der Anker annähernd dieselbe Drehgeschwindigkeit hat, wie das eine Drehfeld, das andere Drehfeld als nahezu verschwunden zu betrachten ist. Um daher dem Motor ein Anlaufmoment zu geben, muss die Intensität des einen Drehfeldes, und zwar des im entgegengesetzten Sinne der gewünschten Drehrichtung rotierenden abgeschwächt werden, da das gesamte Drehmoment die Differenz der Drehmomente der beiden entgegengesetzt rotierenden Drehfelder darstellt. Dies erfolgt in der Regel durch Einfügung einer Kunstphase, indem man in den Stromkreis der Induktionsspulen Widerstände einschaltet, zu welchem Zwecke zumeist Schleifringe im Anker (induzierte Armatur) angebracht und mittels Bürsten die entsprechenden Widerstände in den Stromkreis der Ankerwickelung zugeschaltet werden. Diese Widerstände müssen, sobald der Anker eine entsprechende Drehgeschwindigkeit erreicht hat, wieder ausgeschaltet oder kurz geschlossen werden, weil die Bedingung für einen guten Wirkungsgrad, möglichst geringer *Ohm*'scher Widerstand im Anker und für eine hohe Anlaufkraft hoher Widerstand im Anker sich nahezu diametral entgegenstehen.

Aehnliche Erscheinungen machen sich auch bei den Drehfeldmotoren für Mehrphasenstrom bemerkbar und ist man gezwungen in jenen Fällen, wo eine grosse Anlaufkraft gefordert wird, zu dem gleichen Auskunftsmittel, nämlich Einschalten eines Widerstandes in den Ankerstromkreis und Abschalten desselben, nachdem der Anker eine entsprechende Geschwindigkeit erreicht hat, die Zuflucht zu nehmen.

Die Anwendung dieser Hilfsmittel hat aber verschiedene Verschlechterungen und Komplikationen in der Konstruktion des Ankers im Gefolge, indem die Herstellung der Ankerwickelungen bedeutend schwieriger, die Induktion derselben minder wirksam wird. Ausserdem werden Schleifringe, Bürsten und Verbindungen erforderlich, wodurch dieser Motor an seiner ursprünglichen Einfachheit wesentliche Einbusse erleidet und auch an die Bedienung desselben höhere Anforderungen gestellt werden.

Bei der nachstehend zur Beschreibung gelangenden Anordnung von *Max Déri* wird es möglich, den zur Erzielung einer grossen Anlaufkraft notwendigen *Ohm*'schen Ankerwiderstand vorübergehend herzustellen und diesen erhöhten Widerstand nach Erreichung einer gewissen Geschwindigkeit wieder auszuschalten, und zwar in einer Weise, dass die Ankerwickelung in ihrer einfachsten Ausführung aus Kupferstäben mit geringer Isolierung beibehalten werden kann. Bei dieser Anordnung werden ausserdem Schleifringe, Rheostate und Schaltvorrichtungen für den Anker nicht gebraucht, und wird bloss in der Feldwickelung eine Umschaltung vorgenommen.

In Fig. 1 ist die gebräuchliche Ausführungsform einer Ankerwickelung für einen vierpoligen Motor, nämlich eine in sich kurzgeschlossene Vierdrahtwindung, schematisch dargestellt. Eine solche Windung der Einwirkung eines zweipoligen Wechselfeldes ausgesetzt, wird, da sich die Induktionswirkungen gegenseitig aufheben, stromlos erscheinen und deren elektromotorische Kraft sohin an jedem Punkte derselben Null sein. Anders gestaltet sich die Einwirkung, wenn je zwei Punkte $a\,a$ und $a\,a'$ der in sich geschlossenen Windung, die ungleiche Potentiale haben, durch einen Leiter b bezw. b' verbunden werden. Es entstehen hierdurch zwei stromführende Schliessungskreise, in welchen der Strom in der durch die Pfeile angedeuteten Richtung (Fig. 2) fliessen wird. Bei vierpoliger Induktion hingegen wird, wenn sich der Anker bereits in einer der Synchrongeschwindigkeit nähernden Rotation befindet, der Stromlauf nach dem Schema in Fig. 3 in der durch die Pfeile angedeuteten Richtung erfolgen,



hingegen zwischen den $a\,a'$ keine Potentialdifferenz auftreten, die beiden Verbindungsleitungen $b\,b'$ sohin stromlos bleiben. Ordnet man daher längs aller dieser in sich geschlossenen Windung des Ankers solche Verbindungsleitungen von entsprechenden Widerständen so an, dass sie einen unveränderlichen Bestandteil der Ankerwickelung bilden, so erhält man, wenn man den Motor zweipolig anlaufen lässt, den zur Erreichung der erforderlichen Anzugskraft benötigten Ankerwiderstand, welcher sich entsprechend den vorherigen Ausführungen sozusagen von selbst abschaltet, wenn man den Motor nach erreichter entsprechender Rotationsgeschwindigkeit vierpolig schaltet. Zu diesem Zwecke wird in der Feldwickelung des Motors ein Umschalter angebracht, um durch einfache Aenderung der Verbindung das induzierende Feld zwecks des Anlassens 2- oder n-polig und nach erreichter Geschwindig-

keit 4- oder $2n$-polig oder auch unter Umständen $n/2$-polig zu machen.

Es ist hierbei nicht notwendig, die Ankerwiderstände allmählich zu ändern, um während der Anlaufperiode ein genügendes Drehmoment zu erhalten, weil die Drehmomente bei doppelter Synchrongeschwindigkeit innerhalb der in Betracht kommenden Periode nur wenig abnehmen.

Das ganz gleiche Prinzip der Verbindung der einzelnen Windungen durch einen grossen Widerstand besitzenden Verbindungsdraht an Punkten von ungleichem Potentiale Lamellen zusammengesetzt. Die Ankerwickelungen werden also wie eine gewöhnliche Dynamotrommel durch Verbindungsdrähte mit den Kollektorlamellen verbunden.

Fig. 4 stellt hierbei die Anordnung nach der bekannten Serienschaltung der Windungen und Fig. 5 die Anordnung nach Art der Wickelung mit offenen Spulen dar. In letzterem Falle sind die Enden der einzelnen Ankerwickelungen einerseits sämtlich untereinander, andererseits einzeln mit den Lamellen des Kollektors in Verbindung gebracht. Auf den Kollektor sind in beiden Fällen Bürsten aufgelegt,

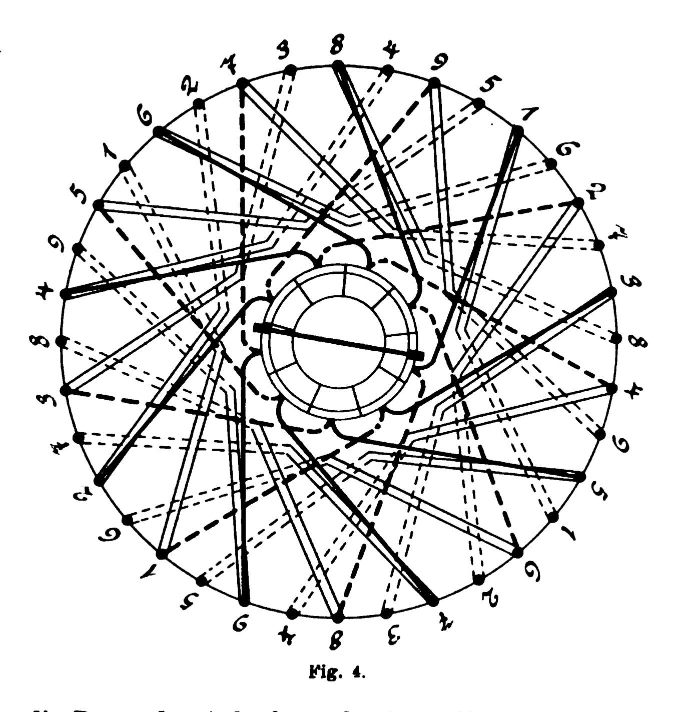


Fig. 4.

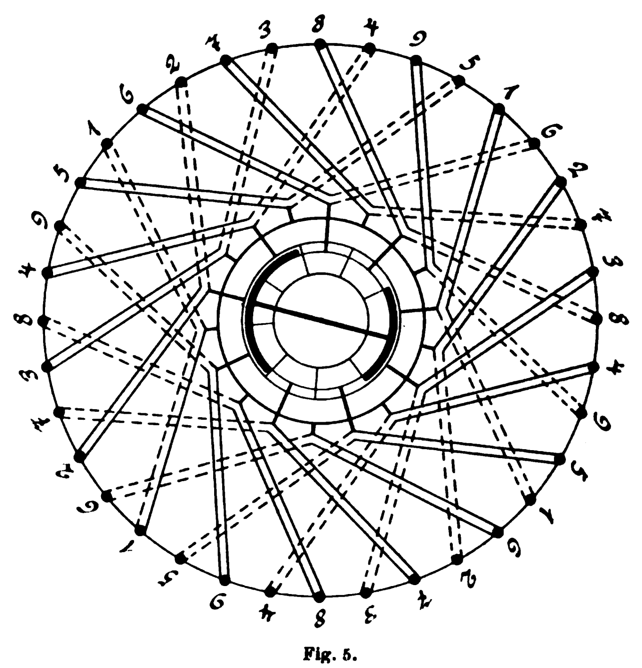


Fig. 5.

für die Dauer des Anlaufes und selbständiges Ausschalten desselben nach erreichter Geschwindigkeit, lässt sich auch für den einphasigen Induktionsmotor verwerten, ohne dass ein äusserer Widerstand hierfür angewendet werden muss.

Die früheren Versuche, einphasige Wechselstrommotoren als Kombination von Kollektor- und Induktionsmotoren herzustellen, führten stets zu grossen Komplikationen, so dass die Möglichkeit unter Last anzufahren stets teuer erkauft werden musste.

Durch Anwendung eines Kollektors mit schräg gestellten Bürsten und entsprechende Verbindung der Windungsdrähte mit dem Kollektor, werden, wenn das Feld zweipolig ist, in den Ankerwindungen, je nach ihrer Lage, im Felde Ströme induziert, die durch die Verbindungsdrähte, den Kollektor und die Bürsten fliessen und ein Ankerfeld erzeugen, welches mit dem induzierenden Felde einen bestimmten Winkel einschliesst. Durch die gegenseitige Abstossung dieser beiden Felder entsteht ein hinreichend kräftiges Drehmoment, um den Motor selbst bei Volllast zum Anlaufen zu bringen. Sobald der Anker die erforderliche Umlaufgeschwindigkeit erreicht hat, wird, wie bei den Mehrphasenströmen, das 2- oder n-polige Ankerfeld 4- oder $2n$-polig gemacht, wodurch die Verbindungsdrähte, der Kollektor und die Bürsten stromlos werden, die Ankerwindungen hingegen in sich kurz geschlossen und in sich stromführend bleiben, somit der Motor ausschliesslich als Induktionsmotor mit der normalen Umlaufgeschwindigkeit arbeitet.

In diesem Falle können auch die Bürsten von dem Kollektor abgehoben werden, ohne dass eine Aenderung in der Funktion des Motors eintritt.

In den beiden Fig. 4 und 5 sind zwei Arten der Zusammensetzung des Kollektors und dessen Verbindung mit der Ankerwickelung dargestellt. Die Windungen auf dem Anker sind gleichfalls Vierdrahtwindungen und sind so mit den zugehörigen Verbindungsdrähten und dem Kollektor verbunden, dass jede derselben eine Windung nach dem Systeme der Trommelwickelung darstellt. In den Figuren beträgt die Anzahl der in Betracht kommenden Windungen neun, und ist dementsprechend der Kollektor aus ebensoviel

welche jedoch bei der Wickelung mit offenen Spulen so beschaffen sein müssen, dass sie, wie dies die breiten, starken Striche darstellen, mehrere Lamellen gleichzeitig bedecken. Die Bürsten sind zu dem induzierenden Felde schräg gestellt und miteinander leitend verbunden.

Die zur Verbindung der Ankerwickelung mit dem Kollektor dienenden Drähte sind gleichfalls von hohem

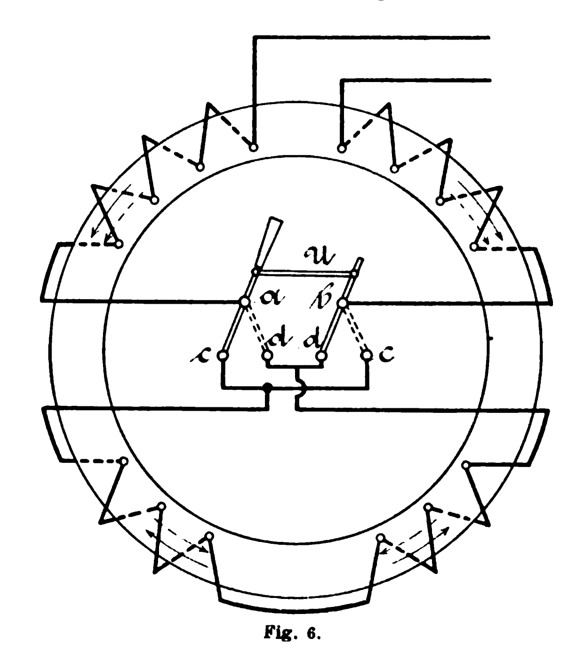


Fig. 6.

Widerstand, weil für den durch die Bürsten kurzgeschlossenen Anker die gleiche Bedingung wie für die Drehfeldmotoren besteht, dass, um das günstigste Anlaufmoment zu erzielen, der *Ohm*'sche Widerstand der Ankerwindungen dem betreffenden induktiven Widerstande möglichst gleich sein soll.

Durch die Anordnung der Widerstände als Verbindung

zwischen der Ankerwickelung und den Kollektorlamellen wird der weitere Vorteil erreicht, dass die bei Kollektormotoren für Wechselstrombetrieb, dann in störendem Masse auftretende Funkenbildung, wenn die Bürsten gleichzeitig mehrere Lamellen berühren und einzelne Windungen kurz schliessen, hintangehalten ist. Die eingeschalteten Widerstände bewirken nämlich, dass das Verhältnis zwischen der elektromotorischen Kraft und dem Widerstande des geschlossenen Stromkreises stets annähernd gleich bleibt, gleichgültig, ob der Stromschluss in einzelnen Kreisen durch Verbindung von Nachbarlamellen im Kollektor oder in einer Serie von Windungen durch Verbindung der Bürsten untereinander hergestellt wird. Es können sohin keine wesentlichen zur Funkenbildung Veranlassung gebenden Veränderungen an den Bürsten auftreten.

Der wesentliche Unterschied zwischen Kollektormotoren mit von aussen einzuschaltenden Widerständen in den Ankerstromkreis und dieser Anordnung liegt darin, dass die Widerstände konstant in den Stromkreis eingeschaltet bleiben und so lange stromführend sind, als der Strom durch Kollektor und Bürste fliesst.

Der Kollektor ist bei diesen Anordnungen stets nur in kurzen Perioden, und zwar vom Beginne des Anlassens bis zu dem Momente, wo der Motor die normale Geschwindigkeit erreicht hat, in Funktion. Er braucht hierbei noch nicht die volle Geschwindigkeit zu erreichen, da der Motor schon bei einer Geschwindigkeit von etwa 48 % bezw. 74 % als Induktionsmotor die Belastung überwinden und sich bis zur normalen Umlaufgeschwindigkeit beschleunigen kann. Es ist sonach für die Umschaltung ein weiter Spielraum gegeben, innerhalb dessen nicht zu befürchten ist, dass der Motor ausser Takt gelangt.

Zweckmässig lässt man die Umschaltung durch einen von der Motorwelle angetriebenen Zentrifugalregulator bewerkstelligen, wobei mit dieser Umschaltung auch das Abheben bezw. Auflegen der Kollektorbürsten verbunden werden kann, um sowohl den Kollektor als auch die Bürsten vor unnötiger mechanischer Abnutzung zu bewahren. Selbstredend muss der Umschalter, bevor der Motor gänzlich stille steht, bereits in die für das darauffolgende neuerliche Anfahren erforderliche Lage gebracht werden, was sich gleichfalls selbstthätig wirkend bewerkstelligen lässt.

Um nun das Feld für das Anfahren *2*- oder *n*-polig zu machen und es hierauf auf ein *4*- bezw. *2n*-poliges Feld umzuschalten, wird die Feldwickelung, wie dies aus der schematischen Darstellung Fig. 6 zu entnehmen ist, mit einem Umschalter verbunden, und durch entsprechende Umstellung des Schalthebels U entweder a mit d und b mit c verbunden, was dem zweipoligen Felde entspricht oder a mit c und b mit d, wodurch das vierpolige Feld erzeugt wird. Die Pfeile in dieser Figur sollen die Richtung der magnetischen Strömung andeuten.

Fig. 7 zeigt die äussere Ansicht eines derartigen 10-pferdigen Einphasenwechselstrommotors mit Zentrifugalregulator zur selbstthätigen Umstellung des Umschalters und Abheben der Bürsten, sobald die ausreichende Geschwindigkeit des Ankers erreicht ist. Dieser Motor steht auf dem Wiener Südbahnhofe seit ungefähr 2 Monaten im Betriebe, woselbst er einen *Freisler*'schen Personenaufzug anzutreiben bestimmt ist. Da nun Aufzüge aller Art eine grosse Antriebskraft erfordern, dieser Motor seit seiner Inbetriebstellung ohne Anstand arbeitet und bisher zu keiner Störung Anlass gegeben hat, ist wohl der Beweis erbracht, dass derselbe allen Anforderungen bestens entspricht. *A. Prasch.*

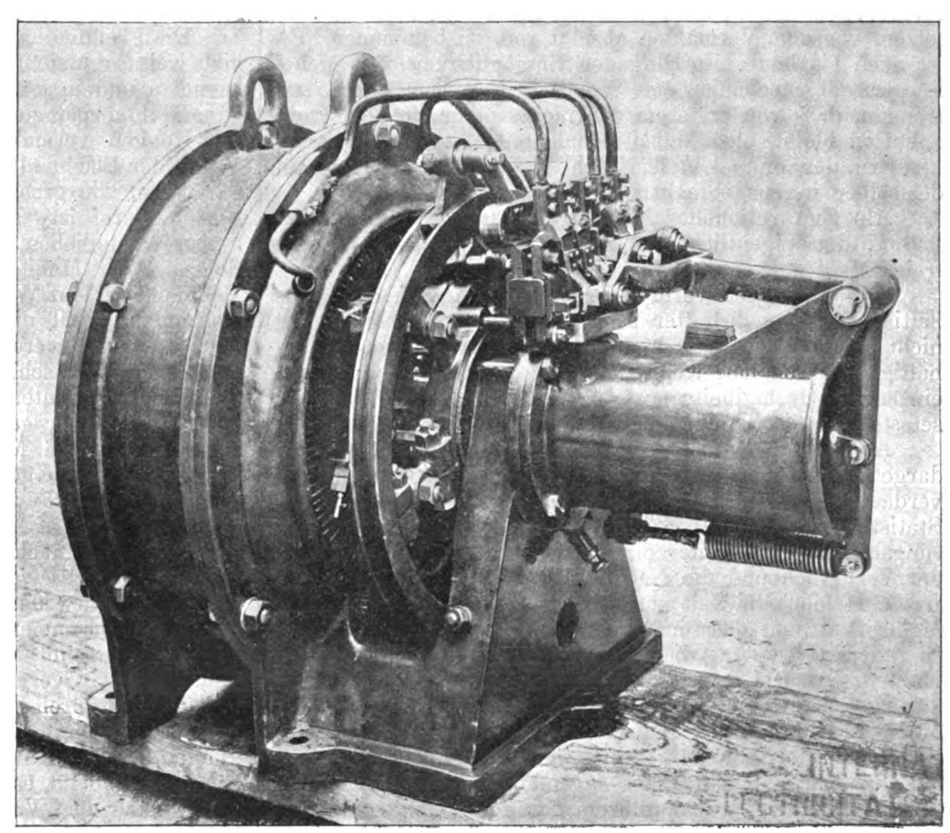


Fig. 7.

Ueber Getreidemüllerei.

Von **Philipp Tafel.**

Allgemeines.

Wenn der Verfasser dieser Abhandlung sich vorgenommen hat, die ganze Getreidemüllerei, sei es auch nur in allgemeinen Umrissen in dieser Zeitschrift nach und nach in periodisch erscheinenden Einzelartikeln zu behandeln, so wird dies in der Weise geschehen, dass die allgemein gebräuchlichen Mahlmaschinen und deren Details u. s. w. als bekannt vorausgesetzt und daher auch nicht mehr beschrieben und erklärt werden. Ebenso will ich mich enthalten, die geschichtliche Entwickelung der Mehlbereitung von ihren primitivsten Uranfängen an vorzuführen, wie auch auf die Anatomie des Getreidekornes oder die Beschreibung der verschiedenen Getreidearten selbst näher einzugehen. Ich werde diese Dinge nur dann streifen, wenn ich bei meinen Abhandlungen auf landläufige Ansichten stossen sollte, die mit den meinigen in Widerspruch stehen oder mir nicht stichhaltig erscheinen.

Die Aufgabe der Getreidemüllerei zum Zwecke der

Mehlbereitung lässt sich in dem Bestreben zusammenfassen, *einen möglichst hohen Prozentsatz hellen, also kleienfreien Mehles von grösstmöglicher Backfähigkeit aus einem gegebenen Quantum Getreide zu erzeugen mit geringstem Aufwand an Betriebskraft und kleinsten sonstigen Unkosten.*

Betrachtet man die Verunreinigungen des Getreides und die Kleie als Abgang oder doch als Nebenprodukt, so würde sich logisch der Satz ergeben: *Mehl ist Getreide minus Unreinigkeiten und Kleie.*

Dieser Satz kann aber aus verschiedenen Gründen in seiner vollen Tragweite nicht aufrecht erhalten werden, denn es ist nicht möglich, das Getreide ohne Teile des Mehlkörpers mit in die Abfälle zu reissen oder es zu verletzen, vor dem Vermahlen absolut rein zu bekommen. Es ist auch bis heute ein Ding der Unmöglichkeit, den Mehlkörper auf mechanischem Wege so von der Schale zu trennen, dass von ersterem gar nichts mehr an der Kleie anhaften bleibt, ohne dabei Schalenteile zu Staub zu zerkleinern, der, einmal in das Mehl gelangt, nicht mehr aus demselben herausgebracht werden kann.

Als Ziel rationeller Müllerei ist daher ins Auge zu fassen, den eigentlichen Mehlkörper in *möglichst* kleienfreies Mehl zu verwandeln.

Auf die früher verbreitete Anschauung, dass kleienhaltige Mehle nahrhafter seien als kleienfreie, gehe ich nicht weiter ein, da dieselbe sich längst als nicht stichhaltig erwiesen hat, wenn auch heute noch hin und wieder ein sogen. Gesundheitsapostel aus Ueberzeugung oder aus selbstsüchtigen Gründen das Gegenteil predigt.

Abgesehen davon, dass wissenschaftlich schon längst dargethan ist, dass kleienfreie Mehle die nahrhaftesten und verdaulichsten für den Menschen sind, zeigt schon die Statistik, dass gerade in industriellen Distrikten, wo nahrungsbedürftige Arbeiter das Gros der Bevölkerung bilden, der Verbrauch und die Nachfrage nach hochfeinen kleienfreien Mehlen ein weit stärkerer ist, als nach geringeren Mehlsorten, und dass umgekehrt die Städte, die einen geringeren Prozentsatz Arbeiter haben, im Verbrauche von feinen Mehlen verhältnismässig weit hinter den Arbeiterdistrikten zurückstehen. Diese Erscheinung ist nicht etwa auf zunehmenden Luxus der nahrungsbedürftigen Bevölkerungsschichten, wie vielleicht geschlossen werden könnte, sondern auf das, man möchte fast sagen instinktive, Erkennen dieser Schichten zurückzuführen, dass feine Mehle die nahrhaftesten sind, und dass es viel rationeller ist, im reinen Mehle *mehr* Nahrung, aber *weniger* Ballast zu sich zu nehmen, und unsere Haustiere die in den Kleien enthaltenen Eiweissstoffe verdauen zu lassen. Die Mägen dieser Tiere sind auch zur Verdauung der Kleie eingerichtet, während dieselbe im Mehle in grösserer Menge enthalten auf die Dauer für den Menschen nachteilig wirken muss, und wir fahren auch wirtschaftlich besser, wenn wir, anstatt unsere Verdauungsorgane mit Kleie zu beschweren, uns das Fleisch der kleienfressenden Schlachttiere zu Nutzen machen.

Bei allen meinen folgenden Ausführungen setze ich als Vermahlungsprodukt, wenn nicht gegenteilig bemerkt, Weizen voraus.

Im allgemeinen bildet das spezifische Gewicht den Massstab für die Qualität des Weizens, d. h. je grösser das spezifische Gewicht, desto besser der Weizen.

Wie bekannt, bildet der Kleber im Weizen eines der wichtigsten Bestandteile. Bis vor noch nicht langer Zeit war man allgemein der Ansicht, dass dieser Kleber in einer geschlossenen dünnen Schicht ziemlich dicht unter der Schale um den ganzen Mehlkörper herum liege. Neuere Forschungen und Untersuchungen haben bewiesen, dass diese Anschauung unrichtig war, und dass der Kleber beinahe gleichmässig im ganzen Korn verteilt ist.

Je nach den Provenienzen scheiden sich die Weizen in zwei Hauptgruppen, nämlich *harte* und *weiche* Weizen. Harte Weizen haben höheres spezifisches Gewicht als weiche. Die härtesten Weizen sind durchaus die besten zur Mehlfabrikation mit Ausnahme derjenigen kleberarmen Sorten, die zur sogen. Hartgriessfabrikation ausschliesslich verwendet werden.

Es gibt nun eine grosse Anzahl Zwischensorten, die sich mehr oder weniger der einen oder anderen Gruppe nähern. Die zwei Hauptmahlmethoden, *Hochmüllerei* und *Flachmüllerei*, haben sich ursprünglich auch diesen Hauptweizenklassen angepasst, während die *Halbhochmüllerei* und solche Methoden der Vermahlung, die dieser näher kommen, für Zwischensorten des Weizens hauptsächlich angewendet werden.

Die Hochmüllerei sucht aus dem Weizen nicht direkt Mehl zu erzeugen, sondern Griesse, und aus diesen Griessen, nachdem sie geputzt wurden, erst durch allmähliche Reduktion nach und nach Mehl zu gewinnen. Je weniger beim Schroten des Getreides und beim Auflösen der Griesse Mehl erzeugt wird, desto vollkommener ist die Hochmüllerei.

Die Flachmüllerei dagegen sucht auf einmal möglichst viel weisses kleienfreies Mehl aus dem Getreide heraus zu holen und in kürzestem Verfahren die Kleie vom Mehle oder Mehlkörper zu trennen.

Roggen vermahlt man fast ausschliesslich auf dem Wege der Flachmüllerei, und um an einem kleinen Beispiel zu zeigen, wie gross der Unterschied zwischen Hoch- und Flachmüllerei ist, sei nur erwähnt, dass es gar nichts aussergewöhnliches ist, wenn bei Roggen auf den ersten Schrot 30 % Mehl erzeugt werden, während bei reiner Hochmüllerei auf Weizen durchschnittlich kaum viel mehr als der 30. Teil dieses Prozentsatzes an Mehl auf einen Schrot erzeugt werden darf.

In Norddeutschland wurde früher durchgängig flacher gemahlen wie heute. Man ist eben dorten auch stetig der Erkenntnis näher gerückt, dass die nach dem Hochmahlsystem erzeugten Mehle besser sind. Diese Erkenntnis wurde wesentlich gefördert dadurch, dass hochgemahlene Mehle eingeführt wurden, an denen das Publikum Geschmack fand.

Das Mehl nach heutigen Ansprüchen muss fast ausnahmslos aus *verschiedenen* Weizensorten hergestellt werden, indem man entweder die verschiedenen Weizensorten gleich vermischt zusammen vermahlt oder die Einzelsorten des Weizens getrennt verarbeitet und zuletzt die erzeugten Mehle intensiv vermischt. Da die verschiedenen Weizensorten auch durch Behandlung vor der Vermahlung in der Härte des inneren Kernes nicht gleichartig gemacht werden können oder sich doch beim Vermahlen nicht gleich verhalten, erscheint es auf den ersten Blick rationeller, die Mehle nach dem Vermahlen zu mischen, die Weizensorten also getrennt zu vermahlen.

Da aber in automatischen Mühlen die Mehle zu den verschiedenen Sorten nach Belieben gleich fertig vermischt direkt gezogen werden und das Mischen überhaupt bei grossen Betrieben viel zu umständlich und zeitraubend wäre und ungewöhnlich grosse Räume hierzu erforderlich wären, ist es in der Praxis allgemein üblich, die verschiedenen Weizensorten vermischt zu vermahlen.

Man scheidet wohl die Weizen vor der Vermahlung, aber zu einem ganz anderen Zweck, wie wir später sehen werden, nur der Grösse der Körnung nach vor dem ersten Schrot auseinander.

Nur bei der Vorbereitung des Weizens zur Vermahlung und besonders bei der Getreidereinigung behandelt man harte Weizen und weiche Weizen rationell separat, um sie aber direkt vor dem ersten Schrotprozesse wieder genau in nach Erfahrung bestimmten perzentuellen Verhältnissen zu mischen. In richtiger Zusammenstellung und Mischung der verschiedenen Weizensorten und Beurteilung ihrer individuellen Eigenschaften ist einer der wichtigsten Faktoren zur Erzeugung marktfähigen und guten Mehles und der Rentabilität einer Mühle zu suchen. Hierzu gehören grosse Erfahrungen und Sachkenntnis.

Um harten Weizen und weichen Weizen für gemeinschaftliche Vermahlung gleichartiger zu machen, gibt es zwei Wege: Entweder man netzt oder wäscht den Hartweizen oder man trocknet künstlich den weichen Weizen. Das erstere Verfahren ist das übliche, da es sich bei harter Ware meist auch darum handelt, durch Anfeuchten der Oberfläche der Körner die Schale (Kleie) etwas zäher zu machen, so dass sie beim Schroten nicht zu leicht zusammenbricht und pulverisiert in das Mehl gelangt (sogen. Füchse). Ausserdem entfernt man durch Waschen auch am Weizenkorn anhaftende und dem Weizen beigemengte



Verunreinigungen, die auf andere Weise nicht zu beseitigen sind.

Die beiden Hauptarten der Mehlfabrikation, Hochmüllerei und Flachmüllerei, teilen sich, wie früher bemerkt, wieder in verschiedene Unterabteilungen, und es ist bezüglich Wahl der Mahlmethoden nicht allein der zu Gebote stehende Weizen ausschlaggebend, sondern es kommt auch in hohem Grade der Geschmack des konsumierenden Publikums wie die Verarbeitungsmethoden der Bäcker in Frage.

Aenderungen im Geschmacke des Publikums pflegen sich nur sehr langsam zu vollziehen.

Es ist auffallend, dass häufig gerade der Bäcker seinen eigenen Vorteil verkennt und Mehle vorzieht, die ihm beim Verarbeiten (Kneten) wohl weniger Arbeit machen, die aber in fertigem Gebäcke lange nicht so ausgiebig sind wie kleberhaltige, griffige Mehle, die aber mehr Bearbeitung verlangen.

Es ist auch bekannt, dass der Bäcker meist nicht in der Lage ist oder sein will, seine Verarbeitungsmethode den zu Gebote stehenden Mehlen anzupassen, und bei jedem Missraten seines Fabrikats die Schuld in erster Linie dem Müller zuschiebt.

In Deutschland wird, was wohl kaum noch zu bezweifeln ist, durchschnittlich nicht so viel Getreide produziert, um dessen Bevölkerung ausreichend mit Mehl versorgen zu können. Wenn auch einzelne Ernten hierzu ausreichen, so wird doch die Durchschnittsproduktion an Körnerfrüchten, die auch nicht in gleichem Verhältnisse wie die Bevölkerung wachsen kann, nicht genügen, um auf die Dauer der stets wachsenden Nachfrage zu genügen. Wir sind in Deutschland aus diesem Grunde schon auf Bezug fremder Weizen angewiesen, welcher bei schlechten inländischen Ernten eine beträchtliche Höhe erreicht.

In solchen Jahren sind dann die Binnenmühlen gegenüber den Mühlen, die an den Seehäfen und Wasserstrassen liegen, bedeutend im Nachteil, weil ihnen bei Bezug ausländischen Getreides viel höhere Frachtspesen erwachsen. Dass sich daher die Binnenmühlen in ihrer Existenz bedroht fühlen, dürfte leicht erklärlich sein.

Merkwürdigerweise sind auch dazu noch die Bahnfrachtsätze für Getreide und Mehl, also Rohstoff und Fabrikat, die gleichen, so dass es den Mühlen mit Schiffsfracht für den bezogenen Weizen leicht ist, gegenüber den Mühlen des Binnenlandes mit ihrem Fabrikate zu konkurrieren. Die Binnenmüller haben nämlich die Verunreinigungen des fremden Weizens und die Kleie mit zu verfrachten und müssen häufig die Kleie, etwa 25 %, und Futterartikel an den Ausgangspunkt des Weizens, d. i. an die Wasserstrassen (z. B. an den Rhein), wieder zurückschicken, wo die Nachfrage nach Futterstoffen gewöhnlich grösser ist.

Es sind daher die Klagen der Binnenmüller begreiflich und man hat den meines Wissens noch nicht vorgekommenen merkwürdigen Fall, dass von Seite einer Anzahl Fabrikanten (Müller) eine Erhöhung der Frachtsätze für ihr Fabrikat (Mehl) angestrebt wurde, während andere sich damit begnügen, eine Ermässigung der Bahnfrachtsätze für Weizen anzustreben. Es ist nicht recht begreiflich, wie sich unsere Getreideproduzenten in Deutschland, d. i. unsere Landwirte, die sich so eifrig bei jeder Gelegenheit um Eisenbahnverbindungen bewerben, die ihnen doch unfraglich auch die Konkurrenz mit ihren Produkten erleichtern, gegen die Errichtung *billiger* Verkehrsmittel, wie Kanäle und Wasserstrassen, sträuben können. Ohne mich auf wirtschaftspolitische Erörterungen einzulassen, scheint mir dieser Standpunkt ein sehr kurzsichtiger zu sein.

Aus oben Gesagtem geht hervor, dass in Wirklichkeit die Existenz der Binnenmühlen und besonders der kleinen und mittleren Betriebe durch die grossen an den Wasserstrassen gelegenen Mühlen, denen ausser den Frachtersparnissen noch viele andere Vorteile, von welchen ich nicht behaupten möchte, dass sie alle berechtigt sind, zu Gebote stehen, unfraglich schwer bedroht ist. Es wird die Zeit erst lehren müssen, ob die vorgeschlagenen und gesetzlich erreichbaren Mittel zur Abstellung der Missverhältnisse geeignet sind, den Binnenmüllern und Kleinmüllern für die Dauer zu helfen. Leider steht zu befürchten, dass der mit ungleichen Waffen gegenseitig geführte Kampf sich schliesslich doch zu Gunsten des Grossbetriebes entscheidet.

Thatsache ist, dass heute, um in der Müllerei noch erfolgreich konkurrieren zu können, vor allem *grosses Kapital, grosse kaufmännische Routine, billige Verkehrswege und ein mit allem Raffinement ausgestatteter und geleiteter Betrieb* mit möglichster *Ersparnis an Handarbeit unbedingt erforderlich ist.*

Uns in Deutschland gegen die Einfuhr ausländischer Mehle zu schützen, ist Aufgabe der Zollpolitik. Vergessen darf man dabei nicht, dass Länder, die einen grossen Ueberschuss an Getreide produzieren, wie Amerika, die La Plata-Staaten, Ungarn und zu Zeiten Rumänien, Russland u. s. w., ohnehin uns gegenüber im Vorteile sind. Dazu kommt noch, wie früher angedeutet, dass aus unseren Weizenqualitäten, für sich allein vermahlen, ein Mehl nach heutigen Ansprüchen des Publikums *nicht* hergestellt werden kann, was die Gefahr des Mehlimports bei guten ausländischen und schlechten inländischen Ernten erhöht.

Die leidige gegenseitige Konkurrenz hat auch bei der Mehlfabrikation einen weiteren Missstand geschaffen, d. i. die grosse Anzahl der produzierten Mehl*sorten*. Es ist begreiflich, dass mit so vielen Abstufungen in den Mehlqualitäten der Betrieb kompliziert und erschwert wird, während es auf der anderen Seite bekannt ist, dass der Laie oder das konsumierende Publikum die verschwindenden Unterschiede der einzelnen Mehlnummern meist gar nicht mehr erkennen kann.

Die sogen. Lohnmüllerei wird sich wohl auf die Dauer überhaupt nicht halten können, denn der Bauer wird nach und nach immer mehr zur Erkenntnis kommen, dass er viel besser fährt, wenn er sein Getreide an den Müller verkauft und von diesem Mehl bezieht.

Es ist mir nicht recht begreiflich, warum auch der Staat noch in eigener Regie mahlt und glaubt, dass er damit billiger wegkommt oder eher in der Lage sei, unter allen Umständen für Proviant gesorgt zu haben. Vor mehreren Jahrzehnten war die sogen. Kommismüllerei vielleicht noch am Platze, doch ist heute die Mehlfabrikation so bedeutend, die Konkurrenz in derselben eine so scharfe, dass sicher die Militärverwaltung in Friedenszeiten billigere und bessere Mehle von den Handelsmühlen bekommen kann, als sie sich solche selbst zu erstellen in der Lage ist. In Kriegszeiten sind ohnehin die Proviantmühlen, abgesehen davon, dass es fraglich sein wird, ob sie den nötigen Bestand an Getreide vorrätig haben, wohl nicht in der Lage, den Mehlbedarf für das Heer zu decken. Bei einem überseeischen Kriege, bei welchem der Proviant nicht Zug um Zug nachgeschickt werden kann, ist die Frage natürlich eine andere. Mir erscheint das in der Schweiz übliche Verfahren, dass man in Friedenszeiten die Brotlieferung für das Militär an Bäcker vergibt und nur im Manöver das Mehl von den Mühlen bezieht und es in Feldbacköfen selbst backt, viel rationeller. Die Schweiz hat dagegen für alle Fälle einen eisernen Bestand von 200000 Zentner Weizen konstant auf Lager. Ich halte auch die Art, wie das deutsche sogen. Kommisbrot stark mit Kleie vermischt hergestellt wird, für nicht rationell, denn, wie oben erwähnt, schleppt der Soldat unnötigerweise einen Ballast nicht verdaulicher Kleie in seinem Magen mit sich, die keinen Nährwert hat und nur seine Beweglichkeit beeinträchtigt. Das Brot des Schweizer Militärs ist weisser und besser als das des unserigen.

Die Müllerei ist in den auch in anderen Zweigen schon früher zu Tage getretenen Umschwung vom Handwerk oder Gewerbe zur Industrie eingetreten, und die Zeit wird wohl nicht ausbleiben, wo eine Kundenmühle ebenso wenig neben einer grossen rationell eingerichteten und geleiteten Mühle bestehen kann, wie heutzutage ein Handweber gegen eine mechanische Weberei oder ein Spinnrad gegen eine moderne Spinnerei anzukämpfen im stande ist.

Wie an anderer Stelle schon erwähnt, bin ich der festen Ueberzeugung, dass die automatische Müllerei die Müllerei der Zukunft wird, und dass alles Sträuben dagegen nichts hilft. Die Begründung der vielfach vorhandenen Aversion gegen den automatischen Betrieb damit, dass man doch nicht die guten Mehle erzeugen könne wie früher mit der Postenmüllerei, ist absolut hinfällig, und

wenn mancher Müller der alten Schule meint, sein Mehl sei doch immer das beste, so gibt er sich meistens einer Selbsttäuschung hin und übersieht die Hauptfrage, nämlich wie viel Prozent Mehl er aus einem gegebenen Quantum Weizen gegenüber einer automatischen Mühle zieht, und wie viel Spesen er darauf hat, denn dies ist doch die Hauptsache, da hieraus der Nutzen und Verdienst, um den man arbeitet, resultiert.

Nach diesen allgemeinen Betrachtungen will ich zu meinem eigentlichen Thema übergehen und möchte nur noch bemerken, dass ein grosser Teil des Publikums keine Ahnung hat von der Grösse und Bedeutung der Mehlindustrie. Hierüber nur ein kleines Beispiel: Eine Mühle von 3000 Sack = 6000 Zentner à 50 kg Leistung pro 24 Stunden gehört noch nicht zu den grössten Anlagen und doch ergibt sich für diese schon, den Sack durchschnittlich zu 20 M. gerechnet, ein täglicher Umsatz von 60000 M.

Die Weizenmüllerei lässt sich in folgende acht Unterabteilungen scheiden: 1. *Lagerung und Transport des Getreides*, 2. *Getreideputzerei*, 3. *Schroterei*, 4. *Sichterei*, 5. *Griessputzerei*, 6. *Auflösen der Griesse*, 7. *Dunstausmahlen*, 8. *Mehlmischerei und Packerei*.

Jede dieser Unterabteilungen gibt allein schon Stoff genug zu einem ganzen Studium und die Zeit wird kommen, wo sich der Mühlenbauer, wenn er wirklich Vollkommenes leisten will, als Spezialist einer dieser Unterabteilungen seine ganze Thätigkeit widmet. Auch hierin ist uns Amerika seit langer Zeit voraus, und wenn die amerikanischen Ausführungen der Maschinen nach unseren Begriffen solider wären, würden wir die Konkurrenz von dorten im Mühlenbau empfindlich zu spüren bekommen.

Beim Bau von Mühlenanlagen ist die Würdigung der lokalen Verhältnisse u. a., und besonders die Art und der Preis des zur Verfügung stehenden Weizens, die Lage des Absatzgebietes und die Transportverhältnisse für Rohmaterial, sowie von Mehl und Futterstoffen und der Geschmack des konsumierenden Publikums im Absatzgebiete, wie schon bemerkt, von grösster Wichtigkeit. Die Kunst des Mühlenbaues besteht deshalb nicht zum geringsten Teile darin, *diese Verhältnisse entsprechend zu würdigen.*

Gegen Ende der 70er Jahre schon hat der in weiten Kreisen bekannte Ingenieur für Mühlenbau *Oskar Oexle* in Augsburg, der die Amerikaner mit der Walzenmüllerei bekannt machte, versucht, die automatische Müllerei in Deutschland einzuführen, fand aber merkwürdigerweise, trotzdem er damals schon der Sache durchaus gewachsen war, noch keinen Anklang, und erst ungefähr 10 Jahre später durch die Verhältnisse gezwungen und teilweise infolge geschickter Reklame aus dem Auslande gekommener Mühlenbauer fing man allmählich an, der automatischen Müllerei Beachtung zu schenken. Es ist überhaupt charakteristisch für die Müllerei Deutschlands, dass mit wenigen Ausnahmen epochemachende Aenderungen und Verbesserungen im Betriebe weniger wie in anderen Industrien und in anderen Ländern aus dem Betriebe selbst herausgewachsen sind und von den Müllern selbst angeregt wurden, sondern meist von Mühlenbautechnikern herrühren. Es mag dies wohl daher kommen, dass die Müllerei Jahrhunderte lang als Handwerk betrieben wurde, und der Umschwung vom Handwerk zur Industrie zu unvermittelt erfolgte. Es ist daher auch in keiner anderen Industrie so wie in der Müllerei üblich, dass an die Fabriken, die die Mühlenanlage erstellen, so weitumfassende Ansprüche gestellt werden. Hier soll der Maschinenfabrikant für jede einzelne Maschine, für das richtige Funktionieren der ganzen Anlage und ausserdem noch für Mehlausbeute und quantitative Leistung garantieren. Ausserdem soll der Mühlenbauer die Mühle einmahlen und womöglich auch noch die Weizenmischungen u. dgl. angeben und selbst mahlen, das Mühlenpersonal anlernen. Es beweist dies, dass die Müller grossenteils dem Ideengang beim Vermahlungsprozess nicht ganz gefolgt sind und sich meist in Details vergraben haben.

(Fortsetzung folgt.)

Zur Berechtigungsfrage der höheren Schulen.

Wir entnehmen dem *Journal für Gasbeleuchtung und Wasserversorgung* über die Eröffnungsrede des Vorsitzenden des Deutschen Vereins von Gas- und Wasserfachmännern, Generaldirektor *W. v. Oechelhaeuser*, Dessau, die derselbe bei der 40. Jahresversammlung dieses Vereins in Mainz am 10. Juni d. J. gehalten hatte, die nachstehenden bemerkenswerten Ausführungen.

„Bei Gelegenheit der Säkularfeier der technischen Hochschule zu Berlin sagte unser Kaiser u. a.: „Unsere technische Bildung hat schon grosse Erfolge errungen. Wir brauchen sehr viele technische Intelligenz im ganzen Lande."

Ja, das ist in der That gerade unserem deutschen Volke sehr und mehr vonnöten, als viele glauben. Denn die Erfolge der deutschen Technik in den letzten drei Dezennien haben gleichwohl die technische Intelligenz im ganzen Lande nur wenig oder wenigstens nicht annähernd in dem für die Weiterentwickelung unseres Staates notwendigen Masse berührt und erhöht. Denn wenn wir auch in Deutschland, wie wir hoffen, zur Zeit einen Vorsprung in der wissenschaftlichen Ausbildung unserer Ingenieure besitzen, so fällt andererseits ein Vergleich der technischen Durchschnittsintelligenz im ganzen Lande mit derjenigen bei anderen Kulturnationen sicherlich nicht zu Gunsten Deutschlands aus. Die technische Durchschnittsintelligenz unter den Gebildeten im allgemeinen — also von den eigentlichen Fachleuten abgesehen — ist bei uns, und das kann man bei jeder Reise ins Ausland beobachten, sie ist bei uns jedenfalls geringer als z. B. in England und Amerika. Der Gebildete, insbesondere der humanistisch Gebildete, hat bei uns unglaublich wenig von den grossartigen Errungenschaften der praktischen, geschweige denn der wissenschaftlichen Technik in sich aufgenommen, obwohl er sie täglich vor Augen hat und benutzt. Lediglich die Elektrotechnik mit ihren staunenswerten Erfolgen hat, namentlich infolge der vom Staat und den elektrotechnischen Interessenten mit Hochdruck betriebenen Popularisierung derselben, wenigstens einiges Interesse und Verständnis zu erwecken vermocht.

Wer jemals Gelegenheit gehabt hat, z. B. Sitzungen der verschiedenen Kommissionen des englischen Parlamentes beizuwohnen, die sich bekanntermassen u. a. auch mit Vergebung gewerblicher Monopole in unseren Fächern sowie mit dem Strassenbahnwesen etc. zu befassen haben, oder in englischen Gerichtssälen Patentprozesse mit anhörte, der wird, glaube ich, geradezu erstaunt gewesen sein über das Mass technischer Durchschnittsbildung und Intelligenz, das sich aus den gestellten Fragen der Parlamentsmitglieder und Richter und schliesslich aus den Resultaten dieser Verhandlungen und den richterlichen Urteilen zur Evidenz ergab. Und wie technisch gebildet und praktisch erfahren Engländer und Amerikaner auch auf so vielen Gebieten des politisch-wirtschaftlichen Lebens sind in der Vertretung durch ihre Kommissare, Konsulats- und Kolonialbeamten, das hat unser deutsches Volk bis vor nicht langer Zeit bei gar vielen Gelegenheiten zur Genüge erfahren. Und wenn auch vereinzelte Beispiele für den nicht viel beweisen, der nicht aus vielfacher persönlicher Erfahrung jenen Eindruck im Auslande selbst gewonnen hat, so möge doch für solche, die mir in dieser Erfahrung beipflichten, hier ein kleines Erlebnis eingeschaltet sein, das manchen vielleicht an andere, eigene Erfahrungen erinnern wird. Als ich zur Zeit der Chicagoer Ausstellung von den Fällen des Niagara nach den Stromschnellen unterhalb des Flusses am Ufer entlang fuhr, da unterhielt ich mich mit meinem Kutscher über den Orkan, der in der letzten Nacht getobt hatte, und er bestätigte mir die Gewalt desselben mit der Bemerkung, die er offenbar der Morgenzeitung entnommen hatte, dass der Wind sogar so und so viel Fuss Geschwindigkeit gehabt hätte. Und dieser Kutscher war nicht etwa irgend ein verkrachter gebildeter Europäer, sondern ein einfacher Kutscher des Landes, der auf meine weitere Frage, wieviel Fuss Geschwindigkeit denn sonst ein starker Wind hierzulande hätte, ganz verständig antwortete. Auch bei Störungen der verschiedenen Strassenbahnsysteme in Amerika hörte ich statt der bei uns sonst gewöhnlich nur sehr energisch auftretenden sittlichen Entrüstung des Publikums sehr vernünftige Erörterungen über die wahrscheinliche Ursache jener Störungen und ein solches eingehendes Interesse daran, wie die Störungen vor unseren Augen zu beseitigen gesucht wurden, dass ich sicherlich nicht der einzige europäische Ingenieur gewesen bin, der sich über diese hohe



technische Durchschnittsintelligenz von Amerikanern ebenso wie Engländern wundern und erfreuen musste. Dagegen erinnere ich mich — als ein Beispiel von vielen —, vor nicht langer Zeit von einem unzweifelhaft gebildeten deutschen Herrn bei einem Diner über den Tisch herüber die Bemerkung gehört zu haben, als vom Gasglühlicht, das in vielen Exemplaren allein im Zimmer brannte, die Rede war: „So! Ich dachte, das Gasglühlicht würde durch Elektrizität betrieben!“ Dieser gebildete Landsmann und jener amerikanische Droschkenkutscher sind mir oft als typische Erscheinungen in vergleichende Erinnerung gekommen! Ja, geradezu erstaunlich müssen in dieser Beziehung oft behördliche Verfügungen noch in neuester Zeit berühren, die eine solche Unkenntnis in technischer Beobachtung der Gegenwart verraten, dass auch unsere Industrie fast jedes Jahr sich solcher Missgriffe zu erwehren hat. Ich übergehe absichtlich hier den neuesten Fall dieser Art in seinen Einzelheiten und erwähne davon nur, dass, nachdem gerade in den letzten Jahren sich die Brände bei elektrischen Anlagen, auch solchen von ersten elektrotechnischen Firmen, in solchem Masse vermehrt haben und in so prägnanten Beispielen hervorgetreten sind, wie z. B. in elektrischen Zentralen, bei Ausstellungen, Theatern, Krupp's Germaniawerft, der Comédie Française, und gerade in jüngster Zeit bei mindestens acht grossen Warenhäusern [1]) (unter denen die Brände in München, Frankfurt a. M., Braunschweig und Rixdorf ganz besonderes Aufsehen erregten) — so dass man selbst von Damen, die jene Warenhäuser ja hauptsächlich besuchen, gefragt wurde, was denn eigentlich dieser gefürchtete „Kurzschluss“ sei —, dass da jüngst die Verfügung eines deutschen Polizeipräsidiums erschien, welche in Warenhäusern lediglich die Elektrizität zulässt und das Gas vollständig ausschliesst.

Nach Beweisen für die Notwendigkeit des kaiserlichen Wortes: „Wir brauchen sehr viele technische Intelligenz im ganzen Lande“ brauchen wir also kaum in den unteren und oberen Schichten unseres Volkes zu suchen. Wie aber wird eine solche bessere technische Intelligenz zu schaffen sein? Die technischen Hochschulen können, auch wenn sie ganz nach ihren eigenen Wünschen weiter ausgestaltet und unterstützt werden, hier nur einen Faktor bilden. Die Grundlage für eine Erweiterung der technischen Intelligenz muss vielmehr durch eine Reform der höheren Schulen und des Berechtigungswesens geschaffen werden, welche, dank dem frischen und zeitgemässen Impuls unseres Kaisers, jetzt von neuem auf der Tagesordnung steht und sicherlich so bald nicht davon verschwinden wird, mögen auch die sehr grossen Widerstände, die nach des Kaisers eigenen Worten bezüglich des Promotionsrechtes für ihn selbst zu überwinden waren, sich auch bei dieser Frage von neuem entgegenstellen und mit verdoppelter Kraft zu bethätigen suchen.

Nicht genug können wir Ingenieure wiederholen, welch tiefe Hochachtung und welch aufrichtiges Dankesgefühl wir den Leistungen der humanistischen Gymnasien und der Universitäten in Vergangenheit und Gegenwart zollen, und wie auch wir von der Ueberzeugung durchdrungen sind, dass die Gymnasien ihre Eigenart auch für die Zukunft zu bewahren und nach wie vor grosse Kulturaufgaben zu lösen haben. Nicht genug können wir betonen, wie weit wir davon entfernt sind, den humanistischen Studien etwa eine untergeordnete Rolle anweisen zu wollen. Allein wenn für die Vergangenheit die humanistische Vorbildung als alleinige höhere Bildung für alle höheren Berufszweige genügte — ebenso wie in noch früherer Zeit auch einmal die Klosterbildung für jedes höhere Studium, nicht etwa bloss das geistliche, ausreichte —, so erfordert die moderne Zeit mit ihren unendlich vielseitigeren Kulturaufgaben unzweifelhaft auch eine weitergehende Teilung der Arbeit in Vorbildung unseres wissenschaftlichen Nachwuchses, und zwar wegen des täglich wachsenden Bildungsstoffes und der doch nun einmal nicht noch weiter zu erhöhenden Schulzeit. Wenn früher der Lehrplan der technischen Hochschulen so eingerichtet war, dass er die bei den Gymnasialabiturienten bestehenden grossen Lücken mathematischer und naturwissenschaftlicher Vorbildung in den ersten beiden Semestern auszufüllen vermochte, wenn früher, als unser internationaler Verkehr noch in den Windeln lag, die Kenntnis der modernen Sprachen nebensächlich war oder von Fall zu Fall bei Gelegenheit erworben werden konnte, — so gebietet heute die internationale Konkurrenz eine viel intensivere Ausnutzung der Zeit für die jetzt so vielfach vermehrten wissenschaftlich-technischen Wissensgebiete und deshalb eine intensivere, wenn auch keineswegs einseitige mathematisch-naturwissenschaftliche und neusprachliche Vorbildung auf Realgymnasien und Oberrealschulen.

Es kann nicht meine Aufgabe sein, das reiche Diskussionsmaterial, welches die sogen. Berechtigungsfrage bereits im öffentlichen Leben zu Tage gefördert hat, hier auch nur skizzenhaft anzudeuten, und verweise ich in dieser Beziehung namentlich auch auf das interessante Material, welches unsere beiden verdienstvollen Vorkämpfer auf diesem Gebiete, Geheimrat *Riedler* in seinen Reden und Schriften und Geheimrat *Slaby* in der von ihm im Herrenhause im März d. J. angeregten interessanten Debatte über diesen Gegenstand, beigebracht haben. Allein ich möchte einen Punkt besonders hervorheben, der in jenen wissenschaftlichen Debatten und auch in den Diskussionen unserer Ingenieurkreise gewöhnlich nur ganz flüchtig gestreift wird, gleichwohl aber nach meiner Beobachtung der verschiedensten Gesellschaftskreise mit von ausschlaggebender Bedeutung für die Beurteilung dieser ganzen Frage sein sollte. Und gerade diesen wichtigen Punkt betont unser Kaiser, im Anschluss an jene schon citierte Stelle, folgendermassen:

> „Das Ansehen der deutschen Technik ist jetzt schon ein sehr grosses. Die besten Familien, die sich anscheinend sonst ferngehalten, wenden ihre Söhne der Technik zu, und ich hoffe, dass das zunehmen wird.“

Hier legt also der Kaiser ein besonderes Gewicht darauf, dass die besten Familien des Landes ihre Söhne der Technik zuführen möchten! Wie sehr wird aber gerade die Erfüllung dieses Wunsches unseres Kaisers — und hoffentlich von uns allen — direkt unmöglich gemacht durch das gegenwärtige Berechtigungswesen, insbesondere also durch die allein privilegierte Stellung der Gymnasialabiturienten! Dadurch werden unserem höheren Ingenieurberuf so viele Elemente aus jenen Gesellschaftskreisen entzogen, die unserem Vaterlande hervorragende Staatsleute, Juristen, Militärs und Verwaltungsbeamte gegeben haben, und die mit der „Kinderstube“, die sie genossen, jenen wichtigen zweiten Faktor dem Manne zugesellen, ohne den er trotz aller wissenschaftlichen Ausbildung zu leitenden Stellungen weder in der Technik, geschweige denn im Staate gelangen kann: eine vielseitig gebildete gesellschaftliche Erziehung. Und wenn wir so häufig eine Bevorzugung der Verwaltungsbeamten, insbesondere der Juristen, gegenüber dem wissenschaftlich und in ebenso langem und mühevollem Studium ausgebildeten Bau- oder Maschinentechniker beklagen, so ist der Grad und die Art der Erziehung im elterlichen Hause oft nicht zum mindesten der ganz natürlich mitbestimmende und nur zu deutlich in die Erscheinung tretende Grund. Und wie sehr gewinnt dieser Faktor nicht nur im inneren Staatsleben, sondern gerade auch im internationalen Verkehr, in den jetzt so vielfach verschlungenen Beziehungen zum Auslande, für jeden vorurteilslosen Ingenieur tagtäglich an Bedeutung, und gerade für uns Deutsche, bei denen ohnehin in vielen Kreisen eine gewisse Geringschätzung gesellschaftlich guter Erziehung fast als Kennzeichen von innerer Gediegenheit und Tüchtigkeit gilt!

Aber nicht nur jene vorerwähnten Familienelemente der höheren Gesellschaftskreise, die überdies traditionell den grössten Einfluss in der Regierung und Besetzung aller höheren Stellungen haben, gehen uns infolge der herrschenden Bevorzugung der Gymnasialabiturienten für die höhere technische Carriere zum grossen Teil verloren, sondern selbst unsere eigene Kaste sieht sich veranlasst, um dem Sohne die Berufswahl für später zu ermöglichen, das Gymnasium zu bevorzugen, so dass dadurch dem Realgymnasium und der Oberrealschule auch das beste Material aus den eigenen Berufskreisen verloren geht und jene Vererbung und Potenzierung der Berufseigenschaften bei uns erschwert wird, die jene Stände auszeichnet. Denn man frage nur einmal gerade bei den tüchtigsten und von Standesbewusstsein noch so erfüllten Ingenieuren an, auf welche Schule sie ihre Söhne schicken; wie oft wird man hören: ich muss sie ja auf das Gymnasium schicken, um ihnen nicht die freie Wahl ihres Berufes zu verkümmern und ihnen nicht die höheren Stellungen im staatlichen und sozialen Leben zu verschliessen! Der bayerische Kultusminister hatte darum ganz recht, wenn er — obwohl im übrigen anderer Meinung — vor einiger Zeit in der bayerischen Kammer betonte, dass das Material, das den Gymnasien, Realgymnasien und Oberrealschulen zuströme, nicht gleichwertig sei.

Statt der nach Ansicht unseres Kaisers so notwendigen Förderung der technischen Intelligenz im Lande drückt man aber dauernd und immer wieder von neuem das Niveau und das Material herab, aus dem sich die Führer der Technik erheben und ergänzen sollten. Und wenn darum manche Universitätslehrer bei den Abiturienten jener realwissenschaftlichen Schulen eine geringere Gesamtbildung beobachtet haben wollen, so mag dies in den meisten Fällen an jenen Eindrücken mit gelegen haben, die nicht auf Conto der Wissenschaft, sondern auf die Imponderabilien der Erziehung und des gesellschaftlichen Taktes zurückzuführen sind, die auf keiner Schule und keiner Hochschule gelehrt werden können, sondern aus der geistigen Atmosphäre des Elternhauses stammen. Und wenn die in dieser Beziehung höher Stehenden und von Geburt Begünstigten, namentlich auch aus unseren eigenen Ingenieurkreisen, vorzugsweise den humanistischen Gymnasien als Bildungsmaterial zugeführt werden, so ist es wahrhaftig kein Wunder, wenn harmonisch gebildete Elemente im Ingenieurstande relativ noch nicht so zahlreich vorhanden sind wie in jenen älteren, sozusagen herrschenden Berufskreisen, und wenn so manche, in ihrem Fach ausgezeichnete höhere technische Beamte gleichwohl nicht zu

---

[1]) Nachdem obiges niedergeschrieben, sind (am 1. und 6. Juni d. J.) zwei weitere grosse Warenhäuser in Solingen und Brandenburg a. H. niedergebrannt, und geben die Zeitungen übereinstimmend „Kurzschluss“ als Ursache an.

den wirklich leitenden und führenden Stellen geeignet erscheinen und gelangen können.

Wenn aber unser Kaiser mit Recht Wert darauf legt, dass in Zukunft „die besten Familien" ihre Söhne immer mehr der Technik zuwenden, so kann dies nicht allein durch das wachsende Ansehen der deutschen Technik, das er betont, sondern zunächst und zuerst nur durch thatsächliche Gleichstellung der höheren wissenschaftlichen Schulen geschehen. Nur dadurch kann sich der Ingenieurstand einerseits die durch Familie und Tradition einflussreichsten Kreise der Gesellschaft ebenfalls zuführen und andererseits die besten Elemente aus sich selbst der wissenschaftlichen Technik erhalten.

Ein Vorurteil, das namentlich in vielen Regierungskreisen und auch im Parlament wiederholt hervorgetreten ist und das der Einführung jener Gleichberechtigung so oft entgegengehalten wird, ist die Meinung, als würden durch Freigabe aller Studien für alle Abiturienten der höheren Schulen die gelehrten Berufe, und namentlich der juristische und medizinische, eine Ueberfüllung erfahren. Diese Befürchtung dürfte sich in der Praxis bald als irrig erweisen. Denn einmal werden gerade jetzt, infolge jener Bevorzugung, dem Gymnasium Kräfte zugeführt, die z. B. aus der Industrie und dem Kaufmannsstande stammen und sicherlich zu einem viel grösseren Teil auf realwissenschaftliche Schulen übergehen würden, wenn diesen nicht durch das leidige Berechtigungswesen der Makel der Inferiorität aufgedrückt wäre. Viele von diesen nehmen aber im Gymnasium mit ihren Mitschülern den Geist humanistischer Ueberhebung in sich auf, und statt sich dem Berufe des Vaters und der Verwandten zuzuwenden, folgen sie ihren Mitschülern und wenden sich gerade solchen Studien zu, die ihrem Familienkreise, ihrer Tradition und Vererbung ganz fern liegen und deren Ueberfüllung gerade befürchtet wird. Wenn aber durch Einführung der Gleichberechtigung manche Universitätsstudien neuen Zuwachs durch realwissenschaftliche Abiturienten erhalten würden, so stände dem andererseits auch eine wahrscheinlich noch grössere Entlastung von den Elementen gegenüber, die bisher dem Gymnasium nur durch das Berechtigungswesen aufoctroyiert worden sind, sowie dadurch, dass wahrscheinlich sich dann auch die Zahl der Gymnasien, namentlich in den kleineren Städten, vermindern und damit der Zuzug zu den gelehrten Ständen abermals verringern würde.

Bei freier Bahn für jede streng wissenschaftliche Schulausbildung wird sich der Nachwuchs aller Berufsfächer in derselben einfachen Weise nach Angebot und Nachfrage regeln, wie wir dies ja z. B. in den erheblichen Schwankungen wiederholt erlebt haben, die im Staatsbaufach oder im Maschineningenieurwesen, sowie bei den juristischen Verwaltungsbeamten einzutreten pflegen. Auf eine Periode zeitweiser Ueberfüllung folgt von selbst ein verminderter Andrang und Zuwendung zu anderen Fächern. Und wenn das Ansehen der deutschen wissenschaftlichen Technik einmal in Deutschland selbst, unter allen Gebildeten, ein ebenso grosses wird, wie es im Auslande schon viel länger der Fall ist, dann darf man nach Erfüllung der Gleichberechtigung der höheren Schulen mit viel grösserer Sicherheit umgekehrt annehmen, dass der Strom der Ueberfüllung sich eher den technischen als den gelehrten Berufsarten zuwenden wird. Denn viele höhere Beamten-, Militär- und Gutsbesitzerfamilien würden in heutiger Zeit ihre Söhne den höheren technischen Studien, z. B. der so allgemein beliebten Elektrotechnik, eher wie z. B. der medizinischen oder der Rechtsanwaltscarriere zuwenden, wenn nicht trotz der kaiserlichen Gleichstellung der Hochschulen das in allen höheren Regierungskreisen unverändert fortbestehende Dogma von der allein seligmachenden humanistischen Bildung auf den Gymnasien die Söhne jener Kreise immer wieder — mit nur seltenen Ausnahmen — in die alten Bildungskanäle und Berufsarten lenkte.

Aber wie viele Vorurteile sind auch sonst noch zu überwinden! So können wir uns auch nicht genug dagegen verwahren, als könne nur auf humanistischem Wege eine idealen Zielen zugewandte wissenschaftliche Bildung gegeben werden und als führe die realwissenschaftliche Ausbildung im grossen und ganzen doch immer nur zum Kultus des goldenen Kalbes und zu einer materialistischen Lebensrichtung. Wohl kann es so sein! Aber, wo wir heutzutage hinblicken, sehen wir die Männer von Industrie und Handel überall mit an der Spitze, wo es gilt, ideale Aufgaben für unser Volk zu erfüllen, sei es auf sozialem Gebiete — und zwar weit hinausgehend über das, was der Staat in dieser Beziehung als Pflicht dem Unternehmer auferlegt —, oder sei es in wissenschaftlichen, gemeinnützigen Vereinen oder auf idealnationalem und künstlerischem Gebiete. Und je höher die Stellung des deutschen Ingenieurs und Industriellen ist, um so mehr pflegt er gewöhnlich mit Ehrenämtern überbürdet zu sein, die weitaus in den meisten Fällen idealen Bestrebungen dienen. Sie stehen darin zum mindesten keinem der aus humanistischen Studien hervorgegangenen Berufsstände nach, sondern sind sogar noch oft durch ihre in der Praxis entwickelte Intelligenz und Umsicht ganz besonders geeignet, solche idealen Aufgaben, z. B. für das Volkswohl, auch in die Praxis zu übersetzen. Ja im Gegenteil, gerade die Beschäftigung mit praktisch-materiellen Zielen im eigentlichen Beruf entwickelt ganz naturgemäss für jeden wissenschaftlich Gebildeten das tief innere Bedürfnis nach einer idealen Ergänzung, und so sind wir untereinander in Fachkreisen oft selbst erstaunt, welche wissenschaftlichen und künstlerischen Allotria — im besten Sinne des Wortes — neben dem eigentlichen Berufe von vielen unter uns gepflegt werden.

Hier wie bei den aus humanistischen Lebenskreisen stammenden Männern spielt nach meiner Ansicht die individuelle Beanlagung und Erziehung eine viel grössere Rolle als der zufällig genommene Bildungsweg. Auch ist auf der anderen Seite oft genug wahrzunehmen, wie unendlich nüchtern die Lebensbethätigung humanistischer Kreise inner- und ausserhalb ihres Berufes sein kann. Denn jeder dieser Berufe bringt, wie sogar der eines Künstlers oder Kunstgelehrten, für viele so viel Handwerksmässiges mit sich, dass von einer idealen Berufsauffassung oft erstaunlich wenig übrig bleibt. Gerne nehme ich davon unter anderen die Hochschulkreise aus, soweit sie selbständig forschen und nicht etwa bloss handwerksmässig die Gelehrsamkeit in mühseligen Kollektaneen zusammentragen. Aber gerade die Befreiung von materiellen Sorgen, die dem gebildeten Ingenieur gewöhnlich früher gelingt als dem Beamten und Gelehrten, kann die Idealität der Lebensauffassung mindestens ebenso oft fördern, wie im Gegenteil das Ausharrenmüssen in beschränkten Lebensverhältnissen den Idealismus leicht herabdrückt. Es kommt deshalb gar nicht selten vor, dass diese auf humanistischer Grundlage stehenden Berufsarten sich namentlich im späteren Leben sehr materielle Ergänzungen und Beschäftigungen suchen, ganz abgesehen davon, dass, wie schon erwähnt, das nüchtern Handwerksmässige in jedem Beamten- und Gelehrtenberufe meist eine viel grössere Rolle spielt, als man gewöhnlich zugesteht, oder dass der Beruf selbst, wie z. B. bei manchen praktischen Medizinern und Juristen, statt einer idealen immer mehr eine kaufmännische Entwickelung erfährt. Welche ideale Wirkung viele der bedeutendsten technischen Errungenschaften im direkten Gefolge haben, davon gibt uns ja gerade die gegenwärtige Gutenbergfeier ein leuchtendes Beispiel, und erfreulicherweise hat gerade einer unserer höchsten Reichsbeamten, Graf *Posadowski*, dies bei der Einweihung der Gutenberghalle in Leipzig kürzlich so treffend mit den Worten charakterisiert: „So war die Erfindung Johann Gutenbergs eine wahrhaft geistesbefreiende That. . . ."

Aber Geheimrat *Riedler* geht mit Recht noch weiter, wenn er in der Festrede zur jüngsten Geburtstagsfeier Sr. Majestät u. a. sagte: „Die Buchdruckerkunst ist nur eines der technischen Kulturmittel. Durch die Buchdruckerpresse, den Telegraphen und die Verkehrsmittel hat die Technik der Verbreitung der Zivilisation, der Allgemeinheit den grössten Dienst geleistet. Gerade auf dem Gebiete des Geistesverkehrs ist durch Mitwirkung der Technik in den letzten fünf Jahrzehnten mehr geleistet worden als vielleicht in der ganzen Zeit von Homer bis zum 19. Jahrhundert."

Und schliesslich sei mir noch gestattet, aus einem Gespräche *Goethe*'s mit Eckermann, auf das kürzlich die Zeitungen hinwiesen, die Stelle anzuführen, wo er von der Ingenieurkunst sogar einen direkten Einfluss auf die Einigung Deutschlands erwartet; er sagte, nachdem vorher von den deutschen Fürsten die Rede gewesen war: „Mir ist nicht bange, dass Deutschland nicht eins werde: unsere guten Chausseen und künftigen Eisenbahnen werden schon das Ihrige thun!" Doch genug der klassischen Eideshelfer aus Vergangenheit und Gegenwart.

Wenn man nun aber mit der Erfüllung jener unabweisbaren und uns namentlich auch durch den internationalen Wettkampf aufgezwungenen Forderung nach Gleichberechtigung der höheren Schulen so lange warten sollte, bis die humanistisch privilegierten Berufsstände sich selbst in ihrer Majorität dafür aussprächen, das würde in der That so viel heissen, als vom Mandarinen verlangen, sich selbst den Zopf abzuschneiden, oder vom Kaufmann, sich für eine neue Konkurrenz zu erwärmen. Haben denn in der That Kaiser Wilhelm der Grosse und Bismarck so lange mit der Einführung der sozialen Gesetze gewartet, bis sich die Grossindustriellen und Landwirte in ihrer Majorität dafür erklärt haben? Sind nicht unendlich oft die segensreichsten Gesetze für einen Stand — oder wenigstens für den Staat — gegen dessen ursprünglichen Widerstand eingeführt worden? Gewiss soll man Sachverständige aus allen jenen um Staat und Gesellschaft so hochverdienten Kreisen befragen, namentlich auch, um in der schultechnischen Reform jener höheren Schulen ihren Rat zu berücksichtigen; aber die Regierungen lassen sich doch sonst nicht gern dazu herbei, von Sachverständigen und Majoritäten regiert zu werden, sondern sie haben selbst zu regieren und unter Führung erleuchteter und weitblickender Monarchen der Kulturentwickelung die neuen Bahnen rechtzeitig im voraus zu ebnen und Widerstände von sich aus zu beseitigen, die nie und nimmermehr von den alten privilegierten Ständen je selbst aus dem Wege geräumt werden. Die heutige Zeit drängt aber mehr denn jede frühere!"

Arnold Bergsträsser Verlagsbuchhandlung (A. Kröner) Stuttgart.
Druck der Union Deutsche Verlagsgesellschaft ebendaselbst.



DINGLERS
POLYTECHNISCHES JOURNAL.

81. Jahrg., Bd. 315, Heft 33. Stuttgart, 18. August 1900.

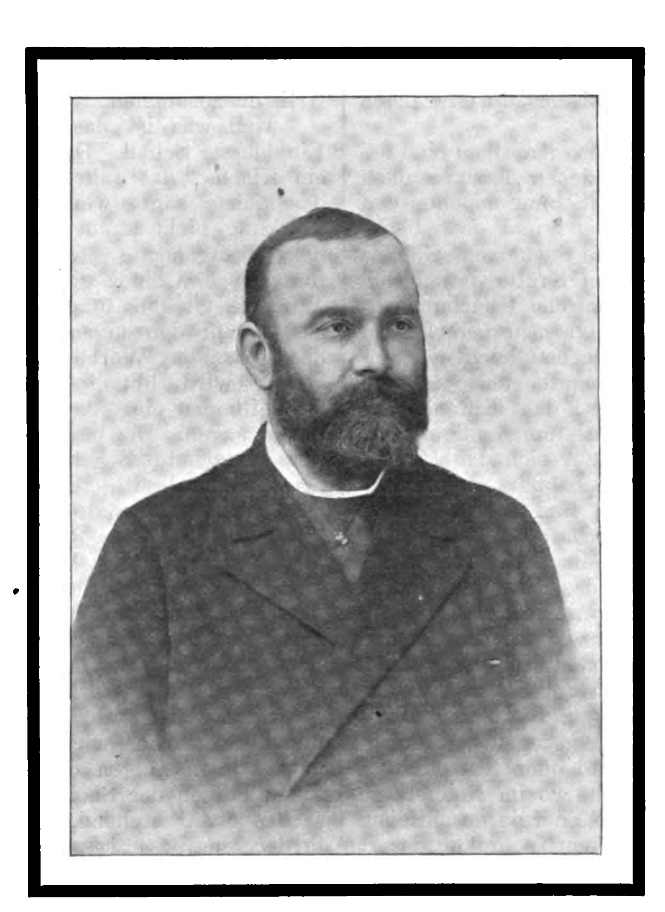
Jährlich 52 Hefte in Quart. **Abonnementspreis** vierteljährlich 6 M., direkt franko unter Kreuzband für Deutschland und Oesterreich 6 M. 65 Pf., für das Ausland 7 M. 30 Pf. Redaktionelle Sendungen und Mitteilungen bittet man zu richten: An die Redaktion von „Dinglers Polytechn. Journal" in Stuttgart, die Expedition betreffende Schreiben an Arnold Bergsträsser Verlagsbuchhandlung (A. Kröner) Stuttgart.



Johann Zeman †.

Am 30. Juli d. J. ist Oberbaurat *Johann Zeman*, Professor für mechanische Technologie an der Technischen Hochschule in Stuttgart plötzlich infolge eines Herzschlags verschieden.

Johann Zeman, geboren am 20. Mai 1844 in Josefstadt in Böhmen, erhielt seine Erziehung in Mainz, der damaligen Bundesfestung, besuchte 1853 bis 1859 die dortige Realschule und studierte dann bis 1864 am polytechnischen Institut zu Wien. Nach vollendetem Studium war er einige Zeit als Hüttenchemiker in Kladno thätig, darauf als Ingenieur beim Bahnbau in Böhmisch-Leipa und wurde 1867 unter Professor *Kick* Assistent für mechanische Technologie an der deutschen polytechnischen Hochschule zu Prag, wo er sich 1869 als Dozent habilitierte. Um diese Zeit wurde *Zeman* Mitarbeiter des damals unter Leitung von Dr. *Emil Maximilian Dingler* stehenden *polytechnischen Journals.* Anfang 1872 erhielt er von der österreichischen Regierung ein Reisestipendium für 2 Jahre und führte mit Beihilfe seines treuen Freundes und Gönners *Dingler* eine Studienreise aus nach Deutschland, Belgien, Holland, England, Frankreich und nach der Schweiz, die ihm ein weites Gesichtsfeld eröffnete. 1873 wurde *Zeman* von dem Prager Ausstellungskomitee als offizieller Berichterstatter zur Weltausstellung nach Wien entsandt; die Frucht seiner dortigen Wirksamkeit war ein beachtenswerter Bericht über Spinnerei- und Webereimaschinen auf dieser Ausstellung.



Als darauf an *Zeman* ein Ruf zur Uebernahme der Professur für mechanische Technologie am Polytechnikum in Zürich erging, brachte die *Cotta*'sche Verlagsbuchhandlung die schon mit dem erkrankten Dr. *Emil Maximilian Dingler* geführten Unterhandlungen zum raschen Abschluss und berief *Zeman* als Chefredakteur zur Leitung von *Dingler's polytechnischem Journal.* Er führte die Redaktion bis 1881 in Augsburg, hernach bis 1887 in Stuttgart.

Im Jahre 1881 wurde er Professor für mechanische Technologie an der Stuttgarter Technischen Hochschule und sah sich 1887 infolge Arbeitsüberhäufung dazu gezwungen, die Redaktion des Journals dem inzwischen auch schon verstorbenen Ingenieur *A. Hollenberg* abzutreten. Von 1890 bis Ende verflossenen Jahres bearbeitete *Zeman* für die *Zeitschrift des Vereins deutscher Ingenieure* das Inhaltsverzeichnis der mechanisch-technischen Zeitschriften, umfassend das gesamte Gebiet des Maschinenwesens, eine an die Arbeitskraft des Verfassers hohe Anforderung stellende Arbeit.

Mit seinem Tode hat ein thatenreiches Leben seinen Abschluss gefunden; er war ein Mann von grosser geistiger Befähigung, frischem, freudigen Arbeitsmute und ausgestattet mit den reichsten Gaben des Herzens. Mit der ihn auszeichnenden Gewissenhaftigkeit, Pflichttreue und Selbstlosigkeit verband der Entschlafene ein überaus liebenswürdiges, gewinnendes, schlichtes Wesen und einen köstlichen Humor. In den Herzen aller, die ihm näher traten, hat er das schönste Denkmal verehrender Erinnerung hinterlassen.

Die Schriftleitung.

Zur philosophischen Begründung der Technik.

Von Ingenieur **P. K. von Engelmeyer**, Moskau.

(Schluss von S. 421 d. Bd.)

Das Sparprinzip „do ut des".

Die Zwecke des Menschen sind grenzlos, begrenzt sind aber seine Mittel, seine Kraft und Zeit. Um einen gegebenen Zweck zu erreichen, muss er an den Mitteln sparen, denn mit gegebenen Mitteln muss er suchen, das Meiste zu erlangen. Nur dann handelt der Mensch vernünftig, nur dann geht er die Wege des Fortschrittes. In jedem Einzelfalle sucht er das Geringste herauszugeben und das Meiste einzunehmen. So ist jede Handlung ein Handel und jede That ein Kauf. „Do ut des" zieht die Bilanz aller vernünftigen Thätigkeit.

Ehe wir nun weiter schreiten, erscheint es geboten, einem Einwande zu begegnen, der in ethischer Hinsicht dem Sparprinzip „do ut des" entgegengestellt werden kann. Manche werden sagen: „Wie kann man in jeder Handlung bloss das Bestreben sehen, möglichst wenig auszugeben und möglichst viel entgegenzunehmen? Dasselbe Grundbestreben, welches der Habsucht und der Trägheit zu Grunde liegt, in jeder Heldenthat, bis zum Opfer der Golgatha, erblicken?" Wirklich wollen wir im folgenden das „do ut des" in den Thatgebieten des Guten, des Wahren, des Schönen und des Nützlichen überall entschleiern. Wir werden uns aber überzeugen, dass dabei nichts Hohes herabgewürdigt wird. Andere werden vielleicht sagen: „Wie kann man auf dem flachen Egoismus die Harmonie der Gesellschaft aufbauen?"

Nehmen wir einen Ring, binden an denselben eine beliebige Anzahl Gummischnüre und ziehen letztere nach allen Richtungen auseinander. Jede Schnur möchte den Ring nach ihrer Richtung allein ziehen, und doch bleibt der Ring ruhig hängen, weil jede andere Schnur das Gleiche möchte. Alle auf den Ring wirkenden Kräfte halten sich das Gleichgewicht, und dieses dynamische Gleichgewicht dauert so lange, als die Kräfte ihre Grössen beibehalten. Aendern sich die Kräfte, so tritt eine neue Gleichgewichtslage ein. Die Harmonie der Gesellschaft stellt ein ähnliches dynamisches Gleichgewicht vor, das sich als Gesamtwirkung aller individuellen Kräfte notwendigerweise einstellt. Jedes Individuum möchte für sich das Meiste; jedes andere für sich. Alle stehen sich mit „do ut des" gegenüber. Die individuellen Sphären sind aber begrenzt, und alle zusammen bilden die Gesellschaft.

Jetzt gilt es, das „do ut des" in aller Thätigkeit nachzuweisen und darzuthun, dass weder das Gute und Wahre, noch das Schöne oder Nützliche darunter leidet.

„Do ut des" in der Technik. Derweil die Zwecke und die Mittel in der Technik mit Mass und Wage geschätzt werden, tritt auch das Sparprinzip am deutlichsten in derselben hervor. In der Energietechnik, z. B. in den Kraftmaschinen, wird die Bilanz durchweg gezogen und ergibt das, was genannt wird Wirkungsgrad oder Nutzeffekt η und wird ausgedrückt in einem Bruch, wo im Nenner die aufgewendete, im Zähler die erhaltene Energie geschrieben wird. Diese Handlungsweise ist jedem Techniker derart geläufig, dass wir darauf gar nicht einzugehen brauchen.

Wo nicht Energie, sondern Stoff in die Bilanz kommt, spricht der Techniker zwar nicht mehr von Nutzeffekt, allein auch hier ist er überall bestrebt, den Aufwand thunlichst zu vermindern und die Einnahme zu vergrössern. Es werden immer zweckmässigere Methoden angewandt, die aus einer gegebenen Menge Rohstoff eine grössere Menge Produkt liefern und minderwertige Stoffe verarbeiten. An mechanischer und menschlicher Arbeitskraft wird gespart. Abfälle werden vermieden oder zu anderweitiger Ausnutzung verwertet (Anilinfabrikation aus Kohlenteer). Surrogate werden eingeführt (Kunstbutter, Kunstseide, Kunstwolle, Papierwäsche, Holzpapier).

„Do ut des" in der Kunst. Das rechte Talent erzielt die grösste Wirkung mit den geringsten Mitteln: ein treffendes Wort offenbart einen Charakter, eine Scene entschleiert eine ganze gesellschaftliche Ordnung. Schattenfiguren und Skizzen des Meisters sind wahrhaft lebendig und je grösser das Talent, desto mehr leben sie. Unerreicht steht die Bildhauerei der alten Griechen: ein Stück Marmor versinnlicht die höchsten Ideale der Schönheit, und das Greifen zu reicheren Mitteln, wie das Bemalen der Bildsäulen oder auch die Zusammensetzung derselben aus Buntstein, Edelmetallen u. dgl. bekundete schon den Verfall jener Kunst.

Oder auch: ein paar Quadratfuss Leinwand mit einem $^1/_2$ kg Oelfarbe darauf, was wir Madonna nennen, offenbart uns ein ganzes Paradies der ethischen Schönheit und erfüllt unser ganzes Gemüt mit den erhabensten Gefühlen. Der Zuschauer vergisst darüber sein irdisches Dasein mit all seinem trivialen Handel und Wandel und kehrt zu demselben mit einem Seufzer wieder, veredelt und getröstet.

Oder auch das Schwarz auf Weiss der Musik, die Sonate und das Quartett. Der musikalisch Fühlende weiss ganz gut, wie viel ein Klavierstück verliert, ins Orchester übertragen, und der rechte Musiker will einen ver-Berlioz-ten Beethoven gar nicht mal anhören. Auch sind die grössten Orchester durchaus nicht die besten, im Gegenteil: der rechte Kapellmeister bringt sich lieber ein kleines aus Artisten zusammen.

Und was ist das Wort, das stärkste aller Künste? Ein blosser Schall. Das gedruckte Wort ist noch weniger: ein Klachs, das Jahrtausende schweigt, und eben darum das Meiste sagt, weil es sich bei der Ausübung seiner Wirkung nicht abnutzt. Dieses Nichts bedeutet alles für die vorangehende Menschheit. Das gesprochene Wort fordert schon einen grösseren Aufwand an Mitteln. Seine Wirkung ist aber umgekehrt proportional verringert, denn sie ist auf den engen Kreis der Zuhörer reduziert. Nur das gedruckte Wort, wo an den Mitteln das Möglichste gespart wird, übt die grösste, ja grenzenlose Einwirkung auf Millionen ein. Aehnliches lässt sich über die Schriftsteller sagen. Die besten unter ihnen sind lakonisch. Nur die mangelnde Begabung und die fehlende Inspiration machen sich breit. „Le secret d'ennuyer, c'est tout dire," das gilt international.

„Do ut des" in der Wissenschaft. E. Mach hat unwiderleglich festgestellt, dass das Denken des Gelehrten sich von dem des Alltagskopfs nur in dem unterscheidet, dass es ökonomisch ist, d. h. mit geringerer Gedankenarbeit mehr Thatsachen beherrscht. Was heisst aber Thatsachen in Gedanken zu beherrschen? Am besten und kürzesten hat dies *H. Hertz* ausgedrückt, indem er sagt: „Wir machen uns Scheinbilder von den natürlichen Sachen, und zwar machen wir sie von solcher Art, dass die denknotwendigen Folgen der Bilder wieder die naturnotwendigen Folgen der Sachen seien." Vor einem bunten Thatsachengebiete stehend, sucht der Mensch etwas Bleibendes in der Mosaik, etwas sich Wiederholendes, eine Aehnlichkeit zwischen den Sachen. Das sind aber immer nur Merkmale der Sachen, nicht die Sachen selbst. Diese Merkmale, die wir in einer Reihe Sachen wiedererkennen, nehmen wir als Vertreter der ganzen Sachenreihe in unseren Gedankenvorrat auf. Das heisst logisch oder *wissenschaftlich denken.* Es gibt indes noch ein anderes Denken, welches noch wenig oder gar nicht hervorgehoben zu sein scheint, das *künstlerische Denken.* Aus einer Reihe ähnlicher Sachen sucht man sich nicht Attribute, sondern einzelne typische Sachen, um sie als Vertreter der Reihe aufzunehmen. Die Gattung des Logikers wird durch einen Begriff, die des Künstlers durch einen Typus gekennzeichnet. Der Gelehrte spricht uns von Eifersucht und Willensschwäche, der Künstler führt uns einen Othello, einen Hamlet vor. Es ist eigentlich nur halbwahr zu sagen,

Kunst erziele Schönheit. Daneben erzielt die Kunst auch Wahrheit, d. i. Wissen, nur auf einem ihr eigentümlichen Wege. Abstrakte Spekulation ist der Weg des Denkens, konkretes Vorstellen — der des Künstlers.

In der Praxis lässt sich allerdings zwischen Logiker und Künstler keine Scheidewand errichten: sobald der Gelehrte ein Beispiel führt, denkt er schon künstlerisch. Darum *Kant*, der „reine Denker“, das Beispiel als „Stelzfuss des Denkens“ brandmarkt und dabei vergisst, dass seine Leser keine *Kant*'s sein werden, sondern volle Menschen, mit Verstand und Gefühl, Intuition und Phantasie. Denn wir Menschen denken nach beider Art, und Weiber und Kinder halten sich mit Vorliebe an konkreten Beispielen, die das Gefühl befriedigen.

Das Denken geht indes weiter. Was die Gedankenvertreter der Sachen auch seien, Begriffe oder Typen, das sind nur noch Gedankenobjekte, mit denen das eigentliche Denken erst operirt. Das Denken ist ein Experimentieren (*E. Mach*). Wir kombinieren die Bilder verschieden und sehen, was daraus wird. Das heisst einen Schluss ziehen. Ich brauche nicht jedesmal meine Hand über die Lampe zu strecken: in Gedanken sehe ich im voraus, was daraus wird. Ein Gedankenexperiment macht mir eine enorm lange Reihe faktischer Experimente überflüssig. Darin liegt die Oekonomie des Denkens, und die Wissenschaft ist nichts als höchst ökonomisch eingerichtete Wirtschaft (*Mach*). Wäre ein Begriff nur das Spiegelbild einer einzigen Sache, so hätten wir an ihm nichts gewonnen. Der Begriff vertritt (beherrscht) aber eine ganze Reihe Sachen. Darin liegt schon ein Vorteil. Letzterer wächst aber noch ungemein, indem wir mehrere Begriffe abermals nach derselben Art und Weise in eine höhere Idee vereinigen. Darin liegt die magische Kraft der Wissenschaft, die unendlich grösser ist, als die Kraft jeder eigentlichen Magie, und jeder Fortschritt der Wissenschaft ist ein Schritt vorwärts zum Ziele, mit dem geringsten Gedankenvorrat das weiteste Sachengebiet darzustellen, oder wie man sagt zu beherrschen.

„Do ut des“ in der Ethik. Um nicht lange auf Abstechern zu verweilen, wollen wir jetzt recht kurz sein, obwohl die Kürze aus dem Grunde erschwert ist, als schon der Begriff des Wohles und der Wohlthat ein schwankender ist, wie oben betont. Den in der Westminsterabtei begrabenen *James Watt* nennt die Grabschrift auch „Wohlthäter der Menschheit“. Wollten wir dem Worte „Wohl“ diese Deutung beimessen, so wären wir in ein paar Zeilen fertig. Wir nehmen aber diesen Begriff in seiner höchsten moralischen Deutung, die auch ohne Definition einem jeden Menschen geläufig ist, indem er sich auf eine That bezieht, die eine moralische Pflicht gegenüber den Mitmenschen erfüllt, und deren Formel Jesus gegeben: „Und wie ihr wollt, dass euch die Leute thun sollen, also thut ihnen gleich auch ihr“ (Luk. 6, 31). Die Sache ist klar: der Mensch will für sich das Meiste. Ethisch handelnd, soll er das Meiste für die Mitmenschen zu erzielen suchen. Unendlich sind die ethischen Ziele, doch endlich des Menschen Kraft. Nur unter der grössten Sparsamkeit kann der Mensch seine Pflichten erfüllen, denn er darf nicht ausser Sicht lassen, dass man die Wohlthäter nach ihren Leistungen abschätzt: „An ihren Früchten sollt ihr sie erkennen“ (Matth. 7, 16 und 20). Da von dem Wohlthäter faktisch unendliche Leistung gefordert wird, so ist alle Kraft und alles Leben des Einzelnen ein verschwindend kleiner Aufwand. „Niemand hat grössere Liebe, denn die, dass er sein Leben lässt für seine Freunde“ (Joh. 15, 13). Das eigene Leben ist wirklich das Meiste, was der Mensch zu geben im stande ist. Hätte aber Jesus gleich anfangs die Golgatha bestiegen, so hätte seine irdische That nicht so reiche „Früchte“ getragen. Dessen bewusst, entwich Er nach Galiläa, als Johannes verhaftet wurde (Matth. 4, 12). Erst an die Grenze Seiner irdischen Mittel herangerückt, nahm Er den Tod. Ganz richtig sagt der Volksmund: „Gott habe die Menschheit erkauft“. Die ethische That ist, wie jede andere, ein Kauf. Und was verbreitet zwischen Millionen die Wohlthat Jesu? Das gedruckte Wort, ein Fleck, das kleinste der menschlichen Mittel. Ist es darum nicht immer das stärkste?

Schlussfolgerung. Die Bedürfnisse des Menschen, unendlich an Zahl wie sie sind, wachsen noch immer mit dem Fortschritte der Kultur, denn das Gegenteil, die Askese, wird nie aus einer Ausnahme eine Regel werden. Ob die Bedürfnisse geistiger oder körperlicher Natur sind, zu deren Befriedigung müssen gewisse Sachen in bestimmten Verhältnissen zu uns stehen. Da aber die Natur die uns nötigen Sachen zu geeigneter Zeit und in gewünschter Kombination uns nie zu Gebote stellt, so muss in der Natur eine zweckmässige Veränderung eingeleitet werden. Darauf beruht das technologische Prinzip, die zielbewusste Einwirkung des Menschen auf seine Umgebung.

Die Befriedigung der Bedürfnisse kostet aber Arbeit, d. i. eines bewussten Aufwandes an Mühe mal Zeit. Mühe und Zeit vernünftig zu sparen, ist die Feder des Fortschrittes, der nur zu stande kommt, wenn der Mensch lernt, die Produktivität seiner Arbeit unaufhörlich zu steigern. Und dieses lehrt ihm die Technik, indem sie ins Detail auseinandersetzt, wie das „des“ zu vergrössern und das „do“ zu vermindern ist.

Nur diejenigen Völker, die den Weg des technischen Fortschrittes wandeln, „machen die Geschichte“; die übrigen thun bloss „dieselbe erleiden“.

Die Technik ist ein Rad in der grossen Weltenuhr der Menschheit. Wir haben dies Rad von innen und aussen erforscht und gesehen, wie es beschaffen ist und wie es in die anderen Räder eingreift. Ein jedes hat seine eigene Funktion im menschlichen Leben (*G*, *W*, *S*, *N* nach *D. p. J.* **315** 373 ff.) und alle zusammen vereinigen sich zu einem harmonischen Ganzen, zu einem wundervollen Mechanismus, wo keines der Räder fehlen darf und wo sich alle gegenseitig fördernd, die Zeiger des Fortschrittes stetig bewegen, getrieben durch jene geheime Feder, die auch die Blüte aus der Knospe treibt und sich jedem, noch so scharfen Blicke entzieht, denn sie schwebt ausserhalb unseres Wissens, in den Regionen des Glaubens.

Technik und Wirtschaft.

Die vier Weltgegenden der menschlichen That (gerichtet auf das Gute, das Wahre, das Schöne und das Nützliche) haben wir durchstrichen. Indem wir nun die Grenze zwischen Technik und Wirtschaft ziehen, machen wir Schluss.

Die Wirtschaft ist die Ausführungsform der Technik (vgl. *D. p. J.* **315** 374). Die Technik bleibt nur Technik im Laboratorium, in der Fabrik verwandelt sie sich zur Wirtschaft.

Die Unterscheidung zwischen Technik und Wirtschaft in der ersten Hälfte des 19. Jahrhunderts durchzuführen, wäre leichter als jetzt, weil die ökonomische Wissenschaft damals enge Grenzen gehabt, die seither gefallen. Jetzt weiss man nicht mehr recht, wo die Oekonomik anfängt und wo sie aufhört. Sie beschäftigt sich zwar immer nur mit Sachgütern und erforscht deren Entstehungs- und Wirkungsweise in der Gesellschaft, aber eben die letzten zwei Fragen haben sich in den letzten 50 Jahren so kolossal erweitert, dass die Oekonomik sich nun genötigt sieht, Völkerkunde, Rechtslehre, Soziologie und was sonst noch in sich aufzunehmen. Die moderne Oekonomik wurde nicht unpassend „die Soziologie der Arbeit“ genannt. Die Technik ist für sie eine Hilfswissenschaft, die ihr die naturnotwendigen Bedingungen ergibt, unter welchen die menschliche Arbeit zu stande kommt.

Die Grenzen der Technik sind im Verlauf des 19. Jahrhunderts erst recht deutlich hervorgetreten, diejenigen der Wirtschaft dagegen haben sich beinahe verwischt. Dieser Umstand erschwert die Unterscheidung beider Gebiete der nützlichen Thätigkeit, doch macht er die Bemühungen in dieser Richtung nicht ganz aussichtslos. Früher schien es angebracht, das Wesen der Wirtschaft in der Formel des Sparprinzips „do ut des“ aufzufassen. Neuerdings (1895) hat aber *Dietzel* (vgl. *Schanze*, *„Das Recht der Erfindungen und der Muster“*, 1900 S. 159) darauf hingewiesen, dass das Sparprinzip und die Oekonomik zwei verschiedene Dinge sind, dass nämlich das erstere jedes vernünftige Handeln einleitet. Dieser Korrektion stimmen wir vollends bei.

Die Technik gibt die naturnotwendigen Bedingungen für die Oekonomik. Letztere gibt die gesellschaftlichen Be-



dingungen für die Technik. In einem Geschäft, z. B. in einer Fabrik, sind beide Gesichtspunkte vertreten durch zwei Personen: einem technischen Direktor und einem Geschäftsleiter. Der erste denkt technisch, der zweite — ökonomisch, und beide beraten sich, eine praktische Frage entscheidend.

Aequivalenz in technischer Hinsicht deckt sich keineswegs mit der des Oekonomisten. Zucker in der Rübe, im Vakuumapparat und in der Kaffeetasse ist ein und dasselbe für den Techniker, doch durchaus nicht für den Wirtschafter. Der Oekonomist denkt an Wert, der Techniker an Nützlichkeit. Darum ist die freie atmosphärische Luft keine wirtschaftliche Einheit, d. h. ihr Wert solange gleich Null ist, bis sie einem jeden frei zu Gebote steht. Erst da, wo die Konsumption der Luft nicht mehr freisteht, etwa bei künstlicher Ventilation, tritt die Luft in die Reihe wirtschaftlicher Einheiten ein. Dieses ist schon längst gesagt und *der* Grund dafür gegeben worden, dass die freie Naturgabe nur unter Hinzutritt menschlicher Arbeit eine wirtschaftliche Einheit wird. Diesem Grundsatz wollen wir eine andere Fassung geben, indem wir sagen: *„Ein Sachgut wird nur dann wirtschaftliche Einheit, wenn es zuvor eine technische Einheit geworden."* In der That unterscheidet die Oekonomik zwischen Tauschwert und Nutzwert und zieht nur den ersten in Betracht, indem sie den Nutzwert eines Sachgutes als vorausgesetzt und gegeben annimmt, ohne denselben zu diskutieren.

Das, was der Oekonomist „Nutzwert" nennt, ist nichts anderes, als was wir Techniker „technischen Effekt" nennen. Auf diesen Standpunkt gelangt, erhellt die Sachlage ungemein. Die früheren Oekonomisten sind wohl auf den richtigen Kern geraten, wo der Unterschied zwischen dem Technischen und dem Oekonomischen ruht, nur haben sie ihn nicht endgültig ausgesprochen. In ihrer Sprache können wir sagen: *„Technik verhält sich zur Oekonomik, wie Nutzwert zu Tauschwert."* Man sieht, dass es nur zwei Seiten des Sachgutes sind, dass aber die technische Seite eine Vorbedingung für die ökonomische ist. Darum sagen wir: in der nach dem Nutzen gerichteten Thätigkeit ist Technik die Grundform, Wirtschaft die Ausführungsform.

Betrachten wir den technischen Nutzeffekt mit den Augen des Oekonomisten, so stossen wir auf ein Paradox. Wie oben gesagt, wird unter diesem Ausdruck ein Bruch verstanden, wo im Nenner die aufgewendete, im Zähler die gewonnene Energie steht. Der Nutzeffekt η ist immer ein echter Bruch: an Energie wird stets weniger gewonnen als ausgegeben. Der Oekonomist würde sagen: So arbeitet denn immer die Technik auf Verlust? Und wir müssen antworten: Ja, solange man nur die quantitative Seite in Betracht zieht. Der technische Erfolg liegt aber in den qualitativen Verhältnissen. Die mechanische Triebkraft am Schwungrade der Dampfmaschine erreicht nicht einmal das Fünftel Energie der im Kessel verbrannten Kohle. Wer aber einen Fisch braucht, den kann man nicht mit einer Schlange zufrieden stellen. Dürften wir den Nutzwert eines Sachgutes als eine ihm innewohnende Energie betrachten, so könnten wir sagen: Die Frage, *wie* eine Nutzenergieform in eine andere überzuführen sei, entscheidet der Techniker, und der Oekonomist befasst sich mit der weiteren Frage, *was* der Mensch aus diesen Energien macht.

Der Kathederökonomist, der kein praktisches Geschäft zu führen hat, bedarf dessen, was die technische Wissenschaft ergibt. Der Techniker aber, solange er nur reiner Theoretiker bleibt, bedarf der ökonomischen Wissenschaft nicht. Reine technische Theoretiker sollten aber überhaupt nur auf ein Minimum reduziert werden. Ganz richtig sagen *Riedler* u. a., dass zwar die reine Wissenschaft an den technischen Hochschulen fortblühen soll, dass aber dem werdenden Ingenieur die Wissenschaft niemals um ihretwillen allein vorgetragen werden muss und niemals der Endzweck aller Technik, die Wirtschaft, ausser Sicht gelassen werden darf. Denn der Ingenieur wird immer die Leitung einer Wirtschaft zu führen haben.

Derweil aber die moderne Oekonomik, wie gesagt, eine Soziologie der Arbeit bedeutet, so haben alle diejenigen recht, welche von der technischen Hochschule fordern, sie solle dem Ingenieur die tiefste und weiteste Bildung geben, sein Herz und sein Auge eröffnen und verschärfen, weit über die Enge des Faches in die Weite des Lebens. Nur *der* Ingenieur wird den kommenden Anforderungen des Lebens entsprechen können, der nicht nur technisch, sondern auch wirtschaftlich, sozial, rechtlich und sittlich hoch ausgebildet sein wird. Unter dieser Voraussetzung schliessen wir mit den Worten: „Das 20. Jahrhundert gehört der Technik und den Technikern!"

Beitrag zur Erklärung des Ohm'schen Gesetzes.

Von **Rudolf Mewes**, Ingenieur und Patentanwalt.

(Schluss von S. 501 d. Bd.)

III. Die Beziehung der elektromotorischen zur brechenden Kraft.

Bereits in dem ersten Abschnitt dieser Arbeit habe ich darauf hingewiesen, dass ich im Gegensatz zu *Liebenow*, der den elektrischen Widerstand auf thermoelektromotorische Gegenkräfte zurückführte, gerade umgekehrt die elektromotorische Kraft, ganz gleichgültig, auf welche Weise die Elektrizität erzeugt wird, durch die Verschiedenheit der Widerstände, welche der Wärmestrom in dem sogen. elektrischen Stromkreise erfährt, bedingt wird. Demgemäss kann ein elektrischer Strom nur stattfinden, wenn an einer Stelle im Stromkreise Wärme erzeugt und an einer anderen verbraucht wird, so dass ein Strömen der Wärmeschwingungen infolge des Wärmegefälles stetig unterhalten wird. Würde der ganze Stromkreis aus demselben und zwar völlig homogenen Leiter bestehen, so würden die Wärmeschwingungen nach beiden Richtungen hin sich gleichmässig ausbreiten und die vom Leiter ausgestrahlten Schwingungen, deren Intensität gleich gross, während deren Richtung entgegengesetzt ist, sich gegenseitig aufheben und mangels eines Differenzzustandes die sonst bei Thermoströmen beobachteten Wirkungen nicht hervorbringen können.

Um Klarheit über die diesbezüglichen Vorgänge zu gewinnen, suchte ich in *Elementare Physik des Aethers*, Teil II, im IV. Kapitel zunächst festzustellen, dass lediglich die bei elektrischen Vorgängen entbundene Wärme die Ursache des Stromes sei und dies nur dann wird, wenn der Wärmestrom nach entgegengesetzten Richtungen in verschiedener Stärke durch Einschaltung von Metallen verschiedenen Leitungsvermögens bei dauernd erhaltenem Temperaturgefälle kreist. Der dabei von mir eingeschlagene Gedankengang, den ich noch heute bis auf einzelne, höchst unwesentliche Formeleinkleidungen gegenüber allen apodiktischen, absprechenden Urteilen sowohl älterer Physiker wie auch des jüngeren Nachwuchses als richtig und unanfechtbar aufrecht erhalte, war folgender.

In allen Fällen, welche in der Reibungselektrizität behandelt werden, wird der elektrische Strom durch die Reibung heterogener oder auch derselben Substanzen aneinander, also durch die Bewegung gewisser Körpermassen, hervorgebracht; folglich muss der elektrische Strom nach

dem von *Robert Mayer* so genial ausgelegten Grundsatze „causa aequat effectum" wiederum eine Bewegung und zwar eine äquivalente Bewegung gewisser Massenteilchen sein. Die durch die Reibung erzeugte Bewegung muss eben nach dem berühmten Gesetz *Robert Mayer's* über die Verwandlung mechanischer Arbeit oder Massenbewegung in Wärme eine gleichwertige Wärmemenge oder allgemeiner eine gleichwertige undulierende Bewegung der Aetheratome und zum Teil auch der Körperatome sein. Je nach den äusseren Bedingungen und Wirkungsgelegenheiten und der Intensität nehmen wir die so erzeugten Wellen als Licht-, Wärme- oder Elektrizitätsschwingungen wahr. Da nun alle drei Wellenarten, wie man leicht durch das Experiment nachweisen kann, durch Reibung und Stoss erzeugt werden können und die dazu erforderlichen Massenbewegungen sich nur quantitativ, nicht aber qualitativ voneinander unterscheiden, so können die durch dieselben hervorgerufenen Vibrationen der Elektrizität, der Wärme und des Lichtes sich ebenfalls nur quantitativ, aber nicht qualitativ voneinander unterscheiden. Die Richtigkeit dieser unmittelbar aus dem Gesetze von der Unzerstörbarkeit und formellen Wandelbarkeit der Kraft gezogenen Schlussfolgerung habe ich auf experimentellem Wege dadurch dargethan, dass ich aus der beobachteten Leitungsfähigkeit der Stoffe sowohl für den elektrischen wie auch für den thermischen Strom die Brechungsexponenten für die sich ziemlich als identisch erweisenden thermischen und elektrischen Wellen abgeleitet und diese Werte mit den nach anderen Methoden beobachteten Brechungsexponenten verglichen habe. Die nochmals nachgerechneten Werte sind in der nachfolgenden Tabelle zusammengestellt worden, während für die beobachteten Brechungsexponenten die neuesten und sichersten Versuchsresultate angegeben sind.

	Leitungsvermögen			
	Elektrizität *Matthiessen* (*Landolt* u. *Börnstein*) L_e	Wärme *Wiedemann* u. *Franz* L_w	n_e; n_w ber. aus $n^2-1=L$	n_w beob.
Silber	100	100	10; 10	12,5; 6,7; 2,694
Kupfer, flüssig	13	—	3,7	2,92
Zink, flüssig	4,24	—	2,3	2,12
Eisen, fest	14,44	11,9	3,9; 3,6	3,2; 3,0
Eisen, glühend	1,44	—	1,6	2,36; 1,81
Zinn, flüssig	3,38	—	2,16	2,10
Platin, fest	10,53	10,3	3,4; 3,36	—
Platin, glühend	3,25	—	2,06	2,23; 2,15
Platin, flüssig	3,41	—	2,1	2,06; 1,76
Blei, flüssig	4,76	—	2,4	2,01
Kobalt, fest	15,5	—	4,0	3,22; 3,10
Antimon, flüssig	5,576	—	2,6	3,04
Quecksilber, flüssig	1,63	—	1,61	1,73
Wismuth, fest	1,19	—	1,48	1,90
Wismuth, weich	1,424	—	1,6	

Bei der ganz bedeutenden Unsicherheit der Bestimmungsmethoden der Brechungsexponenten ist die Uebereinstimmung der in den beiden letzten Zahlenreihen enthaltenen Werte für die Brechungsexponenten vollkommen ausreichend, zumal da sowohl das Leitungsvermögen als auch der Brechungsexponent durch ganz geringe Beimengungen stark beeinflusst werden, wie aus der im zweiten Abschnitt besprochenen Arbeit von *Liebenow* und den Versuchen von *Kundt, Drude* u. a. über die Brechungsexponenten der Metalle hervorgeht.

Es bleibt mir nunmehr noch übrig, mit Benutzung der vorstehenden Brechungsexponenten bezw. der Leitungsfähigkeiten der Metalle auf Grund der Wellentheorie nachzuweisen, dass die elektromotorischen Kräfte thatsächlich in dem von der Theorie geforderten gesetzmässigen Zusammenhang mit der durch Reibung oder anderweitig erzeugten Wärme und den Brechungsexponenten stehen. Nun hat *Gaugain* (*Compt. rend.* 1853, 36, S. 541; *Ann. de chim. et de phys.* [4] 1865, S. 31) durch eine Reihe von Versuchen den Beweis geliefert, dass die sogen. triboelektrischen Ströme thermoelektrischen Ursprungs sind. Da dies auch für die galvanischen Ströme sich nachweisen lässt, so vereinfacht sich die gestellte Aufgabe dahin, den Beweis zu führen, dass die thermoelektromotorischen Kräfte von der zugeführten Wärmemenge einerseits und den brechenden Kräften der die Thermokette bildenden Stoffe andererseits bestimmt werden.

Es sei nun auf einen Wismutstab AB (Fig. 4) der Kupferbügel C aufgelötet, in welchem sich die um ihren Mittelpunkt in horizontaler Ebene drehbare Magnetnadel ns befindet. Wenn man in einer solchen aus zwei Metallen zusammengelöteten Kette ACB die eine von beiden Lötstellen, z. B. A, erwärmt, während die andere kalt bleibt, so entsteht in der Kette, wie *Seebeck* 1821 entdeckt hat, ein Strom, welcher eine Magnetnadel abzulenken und andere Wirkungen elektrischer Ströme hervorzubringen vermag. Der Strom fliesst durch die erwärmte Berührungsstelle vom Wismut zum Kupfer, also in der Richtung von A über C und B nach A zurück. Dieser Vorgang erklärt sich nach der Vibrationstheorie auf folgende Weise.

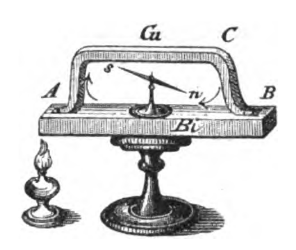


Fig. 4.

Durch die Erwärmung nimmt die Lötstelle A eine ganz bestimmte Menge undulierender Wellen auf, welche, entsprechend den brechenden Kräften der das Thermoelement bildenden Metalle Wismut und Kupfer, von A aus im Wismut nach A und auch im Kupfer über C nach A fortgeleitet werden. Da jedoch die brechende Kraft der beiden Metalle eine verschiedene ist, so muss der Vibrationsstrom, den das besser leitende Metall durchlässt, grösser als der des schlechter leitenden Metalles sein; der Thermostrom wird danach um so grösser, je grösser die brechende Kraft des Kupfers im Verhältnis zu derjenigen des Wismut ist, d. h. derselbe ist der brechenden Kraft des Kupfers direkt und derjenigen des Wismut umgekehrt proportional. Indessen würde durch die beiden in A zusammentreffenden, entgegengesetzt gerichteten Vibrationsströme die Lötstelle B ebenfalls erwärmt und ein dem ursprünglichen entgegengesetzt gerichteter Thermostrom erzeugt und damit schliesslich ein elektrischer Strom unmöglich werden; dadurch würde unbedingt ein Fluss der Wellen wegen mangelnden Gefälles verhindert, denn die Wellen würden sich sozusagen aufstauen. Durch die Erwärmung auf der einen Stelle und durch die Abkühlung auf der anderen wird in dem metallischen Stromkreise, um das Bild vom fliessenden Strom beizubehalten, ein künstliches Gefälle (Temperatur-) geschaffen, so dass die überwiegenden Vibrationswellen im Kreise die beiden Leiter durcheilen können. Je grösser demnach die bei A zugeführte und die bei B weggenommene Wärme ist, um so grösser muss, vorausgesetzt, dass die brechenden Kräfte innerhalb der in Betracht kommenden Temperaturintervalle nicht wesentlich verschiedene Werte annehmen, die Intensität des erzeugten Thermostromes sein, d. h. es muss die elektromotorische Kraft innerhalb gewisser Grenzen der Temperaturdifferenz der Lötstellen direkt proportional sein. Dies stimmt mit den Erfahrungsthatsachen vollkommen überein. Erwärmt man die Lötstelle A nacheinander auf die absoluten Temperaturen T_1 und T_2, während man die Lötstelle B auf T_0 erhält, so verhält sich nach dem zweiten Hauptsatz der mechanischen Wärmetheorie:

$$\frac{Q_1 - Q_0}{Q_0} = \frac{T_1 - T_0}{T_0}; \quad \frac{Q_2 - Q_0}{Q_0} = \frac{T_2 - T_0}{T_0};$$

also ist

$$\frac{Q_1 - Q_0}{Q_2 - Q_0} = \frac{T_1 - T_0}{T_2 - T_0},$$

worin Q_1, Q_2 und Q_0 die zu- bezw. abgeführten Wärmemengen bezeichnen. Setzt man für diese die ihnen proportionalen elektromotorischen Kräfte e_1, e_2, e_0 ein, so folgt

$$\frac{e_1 - e_0}{e_2 - e_0} = \frac{T_1 - T_0}{T_2 - T_0}.$$

Dies Gesetz der Proportionalität soll nach *Becquerel* bei Palladium- und Platindrähten von 0 bis 350° C. gelten,

während nach *Schinz* dies nicht der Fall ist, da nach dessen Experimenten schon bei 448° C. eine Umkehrung der Stromesrichtung eintritt und darum schon vorher der Strom schwächer wird. Indessen treten bei anderen Elementen schon bei geringeren Temperaturdifferenzen Abweichungen auf. Soll nun die oben aufgestellte Erklärung der Thermoströme richtig sein, so müssen die brechenden Kräfte bezw. die ihnen gleichen Leitungsfähigkeiten der das Thermoelement bildenden Metalle durch die Temperaturänderungen in entsprechendem Masse verändert werden. Dass in der That deren Werte bei den einzelnen Metallen mit der Temperatur mehr oder weniger veränderlich sind, ist aus der obigen Tabelle zu erkennen. Es bleibt daher nur übrig darzulegen, dass diese Aenderungen wirklich dem Sinne und der Grösse nach mit der aufgestellten Ansicht über das Wesen der Thermoelektrizität übereinstimmen. Eine grössere Schwächung der elektromotorischen Kraft der Thermokette, als die Temperatur an sich fordern würde, wird demnach dann eintreten, wenn das besser leitende Metall bei wachsender Temperatur eine verhältnismässig stärkere Abnahme der brechenden Kraft oder, was dasselbe ist, des Leitungsvermögens zeigt; eine stärkere Zunahme dagegen, wenn umgekehrt das Leitungsvermögen des schlechter leitenden Metalles der Kette auch noch schneller abnimmt als das besser leitende. Bei hohen Temperaturen kann sogar der Fall eintreten, dass infolge der Aenderung des Brechungsvermögens die thermoelektrische Stellung der Metalle zu einander verändert und dadurch die Richtung des Thermostromes umgekehrt wird. Dies ist aber nur möglich, wenn der Strom einmal gleich Null wird und von dieser Temperatur ab in entgegengesetztem Sinne kreisend wächst. Man nennt jene Temperatur, bei welcher der Thermostrom gleich Null ist, den neutralen Punkt der Kette. Eine bemerkenswerte Eigenschaft dieses Punktes ist der Umstand, dass der Thermostrom immer gleich Null ist, wenn man die eine Lötstelle gerade soviel Grade über den neutralen Punkt erwärmt als die andere unter denselben. Es müssen also vom neutralen Punkte ab nach beiden Seiten hin bei den korrespondierenden Temperaturen die Leitungsfähigkeiten oder brechenden Kräfte der fraglichen Metalle ein entgegengesetztes Verhalten zeigen und dadurch die Wirkung des Thermostromes aufheben. In der That zeigen nach den bis zu sehr hohen Temperaturen ausgeführten Beobachtungen *Müller*'s in Wesel das Kupfer und Eisen einen solchen Gang der Widerstände und damit der Leitungsfähigkeiten, welcher mit dieser Forderung übereinstimmt. Dasselbe ergab sich für Eisen und Platin, für welche nach *Wiedemann* der neutrale Punkt 519° ist. Der Strom muss demnach für Platin und Eisen gleich Null werden, wenn man die eine Lötstelle auf etwa 1000° und die andere auf etwa 21° erhält. In der That ist bei Hellrot der Widerstand des Eisens Fe = 4880, der des Platins Pt = 5050; beide haben also ziemlich gleiche Leitungsfähigkeiten.

Die Richtigkeit der aufgestellten Ansicht lässt sich jedoch auf andere Weise noch deutlicher zeigen. Gemäss der von mir vertretenen Anschauung muss nämlich die elektromotorische Kraft einer Thermokette, wenn man von nebensächlichen Umständen absieht, annähernd gleich dem Quotienten aus den brechenden Kräften oder Leitungsfähigkeiten der beiden Metalle bei der angewandten Temperatur sein. Um dies zu prüfen, habe ich in folgender Tabelle den elektromotorischen Kräften einiger Metalle gegen das Silber, wenn man die eine Lötstelle auf 100°, die andere auf 0° erhalten wird, die Quotienten gegenübergestellt, welche das Leitungsvermögen der die Thermokette bildenden Metalle bei 100° liefert. Da die thermoelektromotorische Kraft zwischen chemisch reinem Silber und Kupfer gleich 1 gesetzt ist, so müssen die elektromotorischen Kräfte und die berechneten Quotienten annähernd dieselben Zahlenwerte besitzen.

Die Uebereinstimmung von Theorie und Beobachtung, welche sich in nachstehender Tabelle offenbart, ist vollkommen hinreichend, zumal da die geringsten Verschiedenheiten in der Konstitution der Stoffe nach den Diagrammen von *Liebenow* merkliche Aenderungen in der Leitungsfähigkeit sowie auch in der elektromotorischen Kraft der Thermoketten veranlassen und die Beobachtungen von verschiedenen Forschern, also an nicht vollkommen gleichem Material, ausgeführt worden sind.

Metalle	Die thermo-elektro-motorischen Kräfte (*Wiedemann*)	Quotienten aus dem Leitungs-vermögen bei 100° C. gegen Silber
Bi (käuflich, gepresster Draht)	35,81	71,56/ 1,9 = 37,6
Bi (rein)	32,91	
Bi-Krystall (achsial)	24,59	
Bi-Krystall (äquatorial) . . .	17,17	
Co Nr. 1 (gepresst)	8,98	71,56/ 8 = 8,94
K (in Röhren gegossen) . . .	5,49	71,56/10 = 7,16
Ni (eisenhaltig)	5,02	71,56/12 = 5,96
Na (in Röhren gegossen) . .	3,09	71,56/16,16 = 4,4
Al (A 71,97; Li 2,34; Fe 5,89) .	1,28	71,56/40 = 1,79
Cu Nr. 1 (käuflich, weich. Draht)	1,00	71,56/72,3 = 1
Cu Nr. 2	0,92	71,56/72,3 = 1
Au (rein, hartgezogener Draht)	0,61	56/71,56 = 0,83
Zn (rein, gepresster Draht) . .	0,21	21,36/71,56 = 0,299
Cd (Blech, rein)	0,33	16,2 /71,56 = 0,22

Nach der vorstehenden Entwickelung und nach den zusammengestellten Beobachtungen erhält man die Gleichung

$$\frac{E_{ag\,bi}}{E_{ag\,cu}} = \frac{L_{ag} : L_{bi}}{L_{ag} : L_{cu}} \quad . \; . \; . \; . \; . \; . \quad 1)$$

Da nun $\frac{L_{ag}}{L_{cu}}$ für 100° gleich $\frac{71{,}56}{72{,}30} = 1$ ist, so erhält man, wenn man entsprechend auch für die elektromotorischen Kräfte diejenige der Säule oder Kette $E_{ag\,cu}$ als Einheit wählt,

$$E_{ag\,bi} = \frac{L_{ag}}{L_{bi}}, \quad E_{ag\,k} = \frac{L_{ag}}{L_k}, \quad E_{ag\,co} = \frac{L_{ag}}{L_{co}} \text{ u. s. w.} \quad 2)$$

Aus den Gleichungen 2) folgt, dass

$$E_{ag\,bi} \,.\, L_{bi} = L_{ag} = E_{ag\,k} \,.\, L_k = E_{ag\,co} \,.\, L_{co} = E_{ag\,ni} \,.\, L_{ni} = \text{u. s. w.} = Const. \quad . \; . \; . \; . \; . \; . \quad 3)$$

ist.

Genau dieselbe Gleichung erhält man aus dem *Ohm*schen Gesetze für die gleiche Stromstärke der Thermokette bei gleicher Länge und gleichem Querschnitt der Metalle, nämlich

$$J = \frac{E}{W} = EL \quad . \; . \; . \; . \; . \; . \quad 4)$$

Nun kann man aber, wie ausführlich nachgewiesen ist, $L = n^2 - 1$ setzen; folglich nimmt das *Ohm*'sche Gesetz die Formelgestalt

$$J = E \,.\, (n^2 - 1) \quad . \; . \; . \; . \; . \; . \quad 5)$$

an.

Aus der Vibrationstheorie, nach welcher die thermischen, optischen und elektrischen Erscheinungen durch die Transversalwellen des Aethers bedingt werden, folgt, dass der Quotient aus den Brechungsexponenten n_i, n_r beim Uebergang der Wellen aus dem Medium i in das Medium r das umgekehrte Verhältnis der Fortpflanzungsgeschwindigkeiten der Aetherwellen im ersten und zweiten Medium angibt. Bezeichnet man demnach die Geschwindigkeit der Aetherwellen in dem ersten Medium mit c_i und in dem zweiten mit c_r, so besteht die Gleichung

$$\frac{c_i}{c_r} = \frac{n_r}{n_i} \quad . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \quad 6)$$

Dass für die Fortpflanzungsgeschwindigkeiten der Licht- und Wärmestrahlen diese Formel in der That gilt, hat *Foucault* im Jahre 1854 durch seine bekannten Versuche über die Fortpflanzung jener Wellen in Luft und Wasser nachgewiesen, während für die elektrischen Schwingungen sich dies aus den Versuchen von *Feddersen*, *Paalzow* und *Miesler* und den Beobachtungen über die elektrische Leitungsfähigkeit und die optischen Brechungsexponenten der Metalle ergibt.

Uebrigens bietet die Formel 6) umgekehrt ein bequemes Mittel, die Brechungsexponenten aus der Fortpflanzungs-

geschwindigkeit der Aetherwellen in verschiedenen Medien zu bestimmen. Namentlich verdient diese Bestimmungsmethode in den Fällen, in welchen die gewöhnlichen optischen Methoden ihren Dienst versagen, eine ganz besondere Berücksichtigung und Wertschätzung, wie beispielsweise bei der hier in Frage kommenden Bestimmung der Brechungsexponenten der Metalle für die Aetherwellen und vor allem für die Elektrizitätswellen; denn während man in diesem Falle nach bisher gebräuchlichen Methoden zu voneinander höchst abweichenden und theoretisch kaum zu begründenden Resultaten gelangt, erhält man aus den Fortpflanzungsgeschwindigkeiten der elektrischen Wellen Werte, die erstlich mit den Grundgesetzen der Vibrationstheorie und zweitens auch mit den bestgesicherten Resultaten jener Beobachtungsmethoden gut übereinstimmen.

Nach den in *La Lumière Electrique* t. XXXIV, S. 240 angegebenen Beobachtungen ist das Verhältnis der Fortpflanzungsgeschwindigkeit des Stromes in einer gewöhnlichen Eisenleitung und in einer unterseeischen Kabelleitung aus Kupfer gleich $\frac{11600}{4000}$. Nun ist aber nach den oben angegebenen Beobachtungen der Brechungsexponent des Eisens nach allen Methoden rund gleich 3; folglich erhält man durch Einsetzen dieser Beobachtungswerte in die Formel 6) für den Brechungsexponenten des Kupfers

$$n = \frac{3 \,.\, 11600}{4000} = 8{,}7,$$

während aus $L = n^2 - 1 = 77{,}43$ mit Hilfe des Leitungsvermögens des festen Kupfers $n = \sqrt{78{,}43} = 8{,}8$ folgt. Nach den genauen Beobachtungen von *Feddersen, Pogg. Ann.* Bd. 116, beträgt die Geschwindigkeit des elektrischen Stromes einer Batterie in Kupferdrähten 4000 bis 6000 km in der Sekunde, während *Miesler* in seiner bekannten Arbeit über diesen Gegenstand (*Ber. d. Wiener Akad.* 1890) für die Geschwindigkeit des elektrischen Stromes in Messingdrähten den um etwas mehr als das Doppelte höheren Wert 15000 km fand.

Länge des Schliessungsbogens der benutzten Leydener Flasche in Metern	Oscillationsdauer in Sekunden	Fortpflanzungsgeschwindigkeit in Kilometern
I. *Feddersen*		I. Kupferdrähte
5,26	0,00000132	4000
25,26	0,00000410	6160
65,26	0,00000753	8000
115,26	0,00000935	6500
II. *Miesler*		II. Messingdrähte
234	0,00000156	15000
168	0,00000116	14100
204	0,00000105	19500

In der vorstehenden Tabelle sind die Beobachtungen *Feddersen*'s und *Miesler*'s und die daraus sich ergebenden Fortpflanzungsgeschwindigkeiten nach *Elementare Physik des Aethers* Teil I, S. 56, angegeben.

Nun ist aber nach den Beobachtungen sowohl als auch nach der Theorie

$$\frac{L_i}{n_i^2 - 1} = \frac{L_r}{n_r^2 - 1} = \frac{L_{r_1}}{n_{r_1}^2 - 1} = \text{u. s. w.} = Const. \quad 7)$$

folglich

$$L_r = C \,.\, (n_r^2 - 1) = C \,.\left(\frac{n_r^2}{1^2} - 1\right).$$

Es ist jedoch 1 der Brechungsexponent des Aethers; folglich

$$\frac{n_r}{1} = \frac{c}{c_r} \text{ oder } n_r^2 - 1 = \frac{c^2}{c_r^2} - 1 \quad . \; . \; 8)$$

Durch Einsetzen dieses Wertes von L_r aus 8) in Gleichung 5) folgt

$$J = C \,.\, E\left(\frac{c^2}{c_r^2} - 1\right) \quad . \; . \; . \; . \; . \; 9)$$

oder, indem man die Constante C nach den oben angenommenen Einheiten gleich 1 setzt,

$$\left.\begin{aligned} J = E \,.\left(\frac{c^2}{c_r^2} - 1\right) &= E \,.\, \frac{c^2 - c_r^2}{c_r^2} \\ E \,.\left(\frac{c^2}{2} - \frac{c_r^2}{2}\right) &= J \,.\, \frac{c_r^2}{2} \\ E = J \,.\, \frac{\frac{1}{2} c_r^2}{\frac{c^2}{2} - \frac{c_r^2}{2}} & \end{aligned}\right\} \quad . \; . \; 10)$$

Die Grössen L bezw. W stellen nach den Gleichungen 10) nichts anderes als lebendige Kräfte bezw. die denselben gleichwertigen Wärmemengen bezw. innere oder Molekulararbeiten dar. Aus Gleichung 10) erhält man

$$\frac{J}{E} = \frac{\frac{1}{2} c^2 - \frac{1}{2} c_r^2}{\frac{1}{2} c_r^2} \text{ oder } \frac{J + E}{E} = \frac{\frac{1}{2} c^2}{\frac{1}{2} c_r^2} \quad . \; . \; 11)$$

Die Gleichung 11) zeigt, dass sowohl J als auch E lebendige Kräfte sind und das *Ohm*'sche Gesetz als Arbeitsgleichung angesehen werden kann. Es fügt sich somit, wenn man die elektrischen Vorgänge durchweg an der Hand der Vibrationstheorie untersucht, das ganze Gebiet zwanglos in den Rahmen der allgemeinen Grundgesetze der Mechanik ein.

Ueber die Fortschritte auf dem Gebiete der Photographie und der photochemischen Reproduktionsverfahren.

Von **J. M. Eder** und **E. Valenta.**

Seit unserem letzten Referate über diesen Gegenstand [1]) sind etwa 2 Jahre verflossen und es liegt ein bedeutendes Material an Neuerungen und Erfindungen auf diesem Gebiete vor, was durch den Umstand erklärt erscheint, dass die Photographie in ihrer Anwendung auf die verschiedensten Industrien und Gewerbe immer mehr Ausbreitung findet und von Jahr zu Jahr eine immer grösser werdende Zahl von Menschen direkt und indirekt in ihre Dienste stellt.

Mit der Herstellung photographischer Objektive und Apparate beschäftigen sich heute zahlreiche fabriksmässig eingerichtete Etablissements, und die Patente, welche auf Objektivkonstruktionen, Cameras, Kinematographen, Mutoskope u. s. w. genommen wurden, sprechen am besten für die bedeutenden Fortschritte auf diesem Gebiete.

[1]) *D. p. J.* **308** 1898.

Die Anwendung der Photographie zu Zwecken der Vermessung: die Photogrammetrie, sowie jene für rein wissenschaftliche Zwecke (Astronomie, Spektralanalyse u. s. w.) hat ebenfalls wesentliche Fortschritte zu verzeichnen, desgleichen die indirekte Farbenphotographie. Die bedeutende Ausbreitung der Photographie in den letzten 10 Jahren brachte es mit sich, dass viele grosse chemische Produktenfabriken spezielle Abteilungen für photographische Präparate errichteten und dass die Zahl der Entwicklersubstanzen der Präparate zur Verstärkung und Abschwächung von Silberbildern, zur Tonung von photographischen Kopien u. s. w., welche Eingang in die Praxis finden, rasch wächst. Die Fabrikation von Trockenplatten und photographischen Papieren hat ebenfalls an Ausdehnung gewonnen und sind auf diesem Gebiete zahlreiche Neuerungen und Erfindungen zu erwähnen, wie auch auf demjenigen der mechanischen Reproduktionsverfahren, bei denen die Photographie die Grundlage bildet.

Photographische Objektive und Cameras.

Unter dem Titel „*Beitrag zur geschichtlichen Entwickelung des photographischen Objektives*“ veröffentlichte Dr. *Rohr* in Jena eine grössere Abhandlung [2]).

Die optische Anstalt von *Voigtländer* in Braunschweig bringt die „*Triple-Anastigmate*“ in den Handel, welche aus drei einzelnen nicht verkitteten Linsen bestehen, deren mittlere negativ ist, während die beiden äusseren positiv sind.

Diese Objektive, welche auf dem Systeme der sogen. Cooke-Linse beruhen [3]), zeichnen sich durch Billigkeit bei grosser Lichtstärke und korrekter Zeichnung aus. Die relativ grösste Oeffnung bis zu 15 ccm Brennweite beträgt $f/6.8$, über dieser Grenze $f/7.7$.

Das unter dem Namen „*Porträtlinse*“ von *Voigtländer* in den Handel gebrachte lichtstarke Objektiv obiger Konstruktion besteht aus zwei bikonvexen, aus schwerem Baryum-Crown hergestellten Aussenlinsen, welche zwischen sich (näher der Hinterlinse) eine bikonkave, aus ganz leichtem Flintglas hergestellte Linse einschliessen. Im Gegensatz zu den gewöhnlichen Triple-Anastigmaten stehen also nicht die Vorderlinsen, sondern die Hinterlinsen nahe, wenn auch lange nicht so nahe, wie beim gewöhnlichen Triple-Anastigmat die Vorderlinsen. Hierzu kommt die für den praktischen Ateliergebrauch wichtige Eigenschaft der Porträt-Anastigmate, dass sie kleine Distanzänderungen der Einzellinsen gegeneinander gut vertragen, bezw. dass die Möglichkeit gegeben ist, die Instrumente sorgfältig zu reinigen, ohne dass befürchtet werden muss, dass die Justierung bei einem etwas lässigen Zusammenschrauben später leide.

Die neuesten lichtstarken Objektive bringt die Firma *Voigtländer* in Magnaliumfassungen in den Handel. Das Magnalium ist eine Legierung von Magnesium mit Aluminium, welche sich vor dem reinen Aluminium durch grössere Leichtigkeit, Zähigkeit und Glanz auszeichnet. Auch zur Herstellung von sehr leichten Hohlspiegeln für Fernrohre eignen sich Magnaliumlegierungen vorzüglich.

Dallmeyer in London bringt seit Ende 1898 seine „*Stigmaticlinse*“ in mehreren Serien von verschiedener Helligkeit in den Handel.

Sie haben nunmehr alle dieselbe Grundform, d. h. eine verkittete achromatische Vorderlinse (welche auch in umgekehrter Stellung als einfache Landschaftslinse verwendbar ist) und eine dreifache Hinterlinse.

Die Porträt-Stigmaticlinsen haben die Helligkeit $f/4$, die Universal-Stigmaticlinsen (Serie II) die Helligkeit $f/6$, sie geben ein flaches Bildfeld, frei von Astigmatismus. Sowohl Vorder- als Hinterlinse können als „einfache Linsen“ benutzt werden, so dass mehrere Brennweiten zur Verfügung sind.

Leitz in Wetzlar erzeugt ein neues Universalobjektiv, das er „*Periplan*“ nennt. Dasselbe ist ein asymmetrisch gebautes Objektiv, zu dessen Herstellung nur Gläser von geringer Dispersion verwendet werden. Der Astigmatismus ist korrigiert, die Zeichnung korrekt. Die Helligkeit ist $= f/10$ [5]).

C. P. Görz nahm ein D. R. P. Nr. 104779 auf Zentrierungsmittel für aus fünf Linsen zusammengesetzte verkittete Objektive, bei denen je eine bikonkave Linse von zwei negativen Linsen eingeschlossen ist. Zu diesem Zwecke werden die positiven Linsen scharfrandig und von kleinerem Durchmesser als die negative gemacht und diese wird längs der über die positiven Linsen hervorragenden Teile flach abgeschliffen.

Zeiss in Jena erzeugt unter dem Namen „*Anamorphot*“ ein neues Objektiv, das den Zweck hat, in beliebiger Richtung verzerrte Bilder herzustellen, welcher Zweck durch Cylinderlinsen erreicht wird. Das Instrument ist von Wert, wenn es sich darum handelt, Zeichnungen von Mustern in beliebiger Richtung zu variieren [6]).

J. Carpentier in Paris erhielt ein D. R. P. Nr. 102004 auf eine *Reproduktionscamera mit zwangsläufiger Führung des Objekt- und des Bildträgers* zwecks automatischer Einstellung.

Bühler in Schriesheim liess sich eine Vorrichtung zum Verschliessen der Belichtungsöffnungen bei seinem Kopierautomaten patentieren (D. R. P. Nr. 98798). Diese Vorrichtung besteht aus einer Schraubenbahn, welche eine Kugel durchlaufen muss. Diese Kugel fällt in einen Beutel und bewirkt hierdurch die mechanische Schliessung der Klappe. Nach dem neuen Patente haben diese Schraubenwindungen keine gleichmässige Neigung, sondern die Bahn ist eine periodisch sich wiederholende auf- und absteigende, wodurch bewirkt wird, dass die Kugel nach Zurücklegung jeder Windung nahezn wieder die Geschwindigkeit Null erreicht, zum Zurücklegen der einzelnen Windung also unabhängig von der Einwurfhöhe ganz gleiche Zeiten braucht [8]).

Eine sehr sinnreiche Konstruktion, welche zum Zweck hat, jede gewöhnliche Camera, ohne ein zweites Objektiv zu Hilfe nehmen zu müssen, zu Stereoskopaufnahmen verwenden zu können, ist das *Stereo-Photo-Duplicon* von *Fallowfield*.

Dieser Apparat besteht in einer sehr sinnreichen Anwendung von Spiegeln vor dem Objektive einer photographischen Camera, welche eine Trennung der auf das Objektiv fallenden Strahlen bedingen und daher das Entstehen zweier Bilder möglich machen [9]).

Serienapparate.

Manche interessante Neuerungen sind auf dem Gebiete der Serienapparate, Kinematographen u. s. w. zu verzeichnen.

Mit den Namen „*Kinora*“, „*Mutoskop*“ bezeichnet man Schnellseher, welche so eingerichtet sind, dass sie die kleinen Serienbilder auf einer Walze senkrecht zur Achse angeordnet enthalten. Wenn die Walze sich dreht, stossen die Bilder mit der obersten Kante gegen einen Vorsprung, wodurch sie einen Augenblick flach gebogen und dadurch sichtbar werden. Man betrachtet die Bilder durch ein entsprechend angebrachtes Vergrösserungsglas [10]).

Bei den gebräuchlichen Kinematographen wird das Bildband ruckweise bewegt, was gewisse Uebelstände, wie z. B. das Zittern und Flimmern des Bildes, mit sich bringt. Neuerer Zeit sind eine Anzahl Patente auf Apparate mit stetig bewegten Bildbändern genommen worden [11]). Den Gebrauch von Flüssigkeiten enthaltenden Prismen bei der Projektion mittels des Kinematographen haben sich zu diesem Zwecke die *Gebrüder Lumière* patentieren lassen.

Die *Chronophotographie* findet auch in Kreisen der Amateurphotographen allmählich Anwendung. In Frank-

[2]) *Zeitschrift für Instrumentenkunde*, 1898 (Januarheft).

[3]) Vgl. unser Referat in *D. p. J.* 1898 **308** 89.

[4]) *Eder's Jahrbuch für Photographie für 1899* S. 407.

[5]) *Eder's Jahrbuch für Photographie für 1899* S. 409.

[6]) *Photogr. Mitteilungen*, 1899 S. 103.

[7]) *Photogr. Chronik*, 1899 S. 420.

[8]) *Photogr. Chronik*, 1899 S. 164.

[9]) *Eder's Jahrbuch für Photographie für 1900*, S. 403.

[10]) *Bull. Soc. Franc. Photogr.*, 1899 S. 73.

[11]) „*Alethorama*“ von *Mortier* in Paris, *Bull. Soc. Franc. Photogr.*, 1898 S. 470. Apparat von *J. Kraus* in Darmstadt (D. R. P. Nr. 104,441). *J. Nevil Moskelly* in Piccadilly, England (D. R. P. Nr. 100559), die *Gebr. Lumière* in Lyon (D. R. P. Nr. 103114).



reich wird *Gaumont-Demeny*'s Serienapparat hierfür gern benutzt. Bei den grossen Manövern in Algier (in Anwesenheit des Präsidenten *Felix Faure*) machte 1898 *Paul Gers* Chronophotographien auf Films von 12 bis 100 m Länge. *Gaumont* kittete mehrere Films zusammen und erzielte Längen von 200 m (*Annuaire Général de la Phot.*, 1899 S. 43).

Watkins' Mikroautoskop. *Watkins* hat einen Apparat konstruiert, welcher eine Kombination von Mikroskop und Kinematograph in sich vereinigt. Er hatte grosse Schwierigkeiten, besonders mit der Lichtquelle, zu überwinden, da elektrische Lampen bei Beleuchtung der aufzunehmenden Objekte so grosse Hitze entwickeln, dass die Mikroorganismen zerstört werden.

Der Apparat *Watkins'* wird mittels einer Kurbel gedreht und gestattet 1600 Aufnahmen in der Minute, welche Anzahl sich bis auf 2500 steigern lässt. Zur Beleuchtung dient eine kleine Bogenlampe.

Watkins hat mit Hilfe seines Apparates die Bewegung des Blutes in dem Gewebe eines Froschfusses, die Bewegungserscheinungen von Bakterien (2500 Aufnahmen in der Minute) u. s. w. aufgenommen (*Phot. News*, 1897 S. 534. *Phot. Corresp.*, 1898 S. 306).

Die Anwendung des Kinematographen in der Medizin illustrierte Dr. *Paschen* in London durch Vorführung von Photographien von nervösen Bewegungserscheinungen (*The Amateur Photogr.*, Juni 1898 S. 470).

Der Kinematograph in der Astronomie. Der französische Astronom *Camille Flammarion* verwendet den Kinematographen als Lehrbehelf beim Studium der Wissenschaft von den Himmelskörpern, und zwar macht er mit dem Apparat Aufnahmen der Sterne, die er dann in Projektionsbildern wieder vor den Augen der Zuschauer vorüberziehen lässt. Natürlich ist es unmöglich, eine einzige, die ganze Nacht umfassende Aufnahme zu machen. Es werden vielmehr nachts bei klarem Wetter 2000 bis 3000 Einzelphotographien des Himmelsgewölbes zu verschiedenen Zeiten angefertigt, die dann zusammengestellt und in wenigen Minuten hintereinander vorgeführt, doch ein hinreichend deutliches Bild von der Bewegung der Gestirne geben (*Zentral-Zeitung für Optik*).

Der Kinematograph in der Botanik. Durch die photographische Fachpresse macht eine Notiz die Runde, des Inhalts, dass in Amerika gegenwärtig Versuche angestellt werden, wachsende Pflanzen kinematographisch derart aufzunehmen, dass man jede Stunde eine Aufnahme macht. Die auf diese Weise gewonnenen Bilder sollen dann mit dem Kinematograph im gewöhnlichen Tempo vorgeführt werden, und es ist dann möglich, die vorgeführte Pflanze keimen, die Vegetationsorgane sich entfalten, die Blüten entwickeln und die Früchte reifen zu sehen. *E. Rieck* erwähnt (*Lechner's Mitteilungen*), dass derartige Versuche schon von Dr. *Ludwig Mach* in Wien vor 7 Jahren gemacht wurden, die in seiner Abhandlung (*Phot. Rundschau*, 1893) „Ueber das Prinzip der Zeitverkürzung in der Serienphotographie“ beschrieben sind.

Künstliches Licht.

H. Kessler stellte an der k. k. Graphischen Lehr- und Versuchsanstalt in Wien vergleichende Versuche mit Aluminium- und Magnesiumblitzlicht an (*Phot. Corresp.*, 1898 S. 483). Ein Gemisch von 1 Teil Aluminium mit 2 Teilen Kaliumhypermanganat gab nur halb so viel Licht als 1 Teil Magnesium mit 3/4 Teil Hypermanganat. Dagegen gab 1 Teil Aluminium mit 2 1/2 Teilen Kaliumchlorat und 1/4 Teil Zucker dieselbe Helligkeit wie letzteres und brannte rasch ab (ist aber explosiv). Magnesium mit doppelten Mengen Kalium- oder Ammoniumpersulfat brennt rasch ab und gibt ebenso viel Licht wie Hypermanganat. — Das von anderer Seite empfohlene Gemisch von 1 Teil Magnesium mit 5 Teilen Baryumsuperoxyd ist wenig befriedigend.

R. Hitchcock empfiehlt als ungefährliche und schnell verbrennende Blitzlichtmischung 10 Teile einer Mischung von 2 Teilen feinstem Aluminiumpulver mit 1 Teil Magnesiumpulver mit 5 Teilen Kaliumchlorat und 1 Teil Kaliumhypermanganat (*Anthony's Phot. Ann.*, 1898. *Photogr. Chronik*, 1898 S. 103).

Gewisse Legierungen von Aluminium und Magnesium, welche viel Magnesium und wenig Aluminium enthalten, dürften auch zur Herstellung von Blitzpulver für photographische Beleuchtungszwecke sehr gut geeignet sein.

Die gebräuchlichen Magnesiumblitzpulver haben den Nachteil starker Rauchentwickelung. — Diesen Uebelstand will *York-Schwartz* und *Wilhelm Knauer*[12]) (D. R. P. Nr. 101528) durch Zusätze von Substanzen, welche in der Hitze zusammensintern und dadurch die Rauchbildung verhindern, dass sie das Magnesiumoxyd einschliessen und zu Boden ziehen, beseitigen. Er verwendet *Gemenge von Magnesium mit Kieselsäure bezw. Borsäure.*

Das „*Argentorat*“ ist ein Aluminiumblitzpulver, welches aus entfettetem *Aluminiumpulver und Kaliumperchlorat* besteht. Der Gehalt an Perchlorat schwankt zwischen 40 und 85 %. Es zeichnet sich durch gute aktinische Wirkung bei wenig Rauchentwickelung aus (D. R. P. Nr. 101735, *A. Weiss*)[13]).

Le Chatelier empfiehlt die Verwendung eines aus Magnesium und 5 % Kaliumchlorat haltigen Ammoniumnitrat bestehenden Blitzpulvers[14]).

Anwendung der Photographie zu wissenschaftlichen und technischen Zwecken.

Ueber magnetische Kraftlinienbilder schrieb *W. Leick* in *Fortschritte auf dem Gebiete der Röntgen-Strahlen*, 1899 Bd. 2 Nr. 4. Es wurden die mit Feilspänen auf schwarzem Papier, unter dem eine photographische Platte lag, erzeugten Kraftlinienbilder durch Röntgen-Strahlen auf die Platte projiziert. Die in photographischer Wiedergabe beigelegten Ergebnisse zeigen die Kraftlinien in schöner Entwickelung und mit bemerkenswerter Schärfe (*Zeitschrift für phys. Chem.*, Bd. 32 Heft 1 S. 173).

Die Konstitution des elektrischen Funkens untersuchten *Arthur Schuster* und *G. Hemsalech*. Die Methode *Dixon*'s zur Photographie von Explosivwellen auf die Untersuchung des elektrischen Funkens anwendend, photographierten sie das Spektrum desselben auf einer ruhenden Platte und auf einem Filmstreifen, der sich auf der Peripherie eines sich schnell drehenden Rades befand. Die Vergleichung beider Funkenbilder führt die Verfasser zu folgenden Ansichten: Der erste überspringende Funken verflüchtigt das Metall, das dann von Pol zu Pol zu diffundieren beginnt; die folgenden elektrischen Entladungen gehen durch die Metalldämpfe, nicht durch die Luft. Die Luft bleibt ungefähr 5×10^{-7} Sekunden leuchtend, dann beginnen die Metalldämpfe nach dem Zentrum des Funkens zu wandern, das sie, wenn der Funken zwischen Kadmiumpolen übersprang, in etwa 6×10^{-7} Sekunden erreichen. Die Periode der Schwingungen bei Anwendung von sechs Leydener Flaschen mit möglichst wenig Selbstinduktion im Schliessungskreis mochte 2×10^{-6} Sekunden betragen. Die metallischen Dämpfe bleiben länger leuchtend im Zentrum des Funkens als nahe dem Konduktor (*Chem. News*, 1899 Bd. 79 S. 62).

Ueber die *Photographie von Funkenspektren der Metalle mit oscillierender Entladung* stellte *Hemsalech* (*Journ. Phys.*, Dezember 1899) Versuche an.

Die von *Eder* und *Valenta* an der k. k. Graphischen Lehr- und Versuchsanstalt in Wien seit einer Reihe von Jahren begonnenen spektral-photographischen Untersuchungen wurden während der Jahre 1898 bis 1900 fortgesetzt. Eine Revision des „*Linienspektrums des Siliciums*“ wurde der kaiserl. Akademie der Wissenschaften am 13. Januar 1898 vorgelegt (vgl. *Sitzungsberichte der Akademie der Wissenschaften in Wien, Math.-naturw. Kl.*, Bd. 107 Abt. II A Januar 1898), wobei namentlich die ultravioletten Liniengruppen in Betracht kamen. Eine sehr umfangreiche Abhandlung über die „*Spektren des Schwefels*“ wurde von *Eder* und *Valenta* der Akademie der Wissenschaften am 3. März 1898 vorgelegt. Die Genannten untersuchten ferner das Funkenspektrum des *Calciums* und des *Lithiums*.

Von *Eder* und *Valenta* erschienen weiters folgende Abhandlungen über Spektralanalyse, sowohl im sichtbaren

---

[12]) *Photogr. Chron.*, 1899 S. 196.

[13]) *D. Photogr. Ztg.*, 1899 S. 265.

[14]) *Brit. Journ. Photogr.*, 1899 S. 517.

Spektrum (mittels orthochromatischer Platten aufgenommen), als im äussersten Ultraviolett: *„Spektralanalyse der Leuchtgasflamme“* — *„Das Spektrum des Chlors“* — *„Das Spektrum des Broms“* — *„Normalspektren einiger Elemente und Wellenlängenbestimmung im äussersten Ultraviolett“* (*Denkschriften der k. k. Akad. d. Wissensch. in Wien*, 1898 und 1899). Den Abhandlungen sind genaue Wellenlängenmessungen und heliographische Abbildungen charakteristischer Spektren beigegeben, welche grosse Präzision der spektralanalytischen Arbeit bekunden.

Exner und *Haschek* setzten ihre Untersuchungen über ultraviolette Funkenspektren der Elemente fort (*Sitzungsberichte der kaiserl. Akademie der Wissenschaften in Wien*, 1899).

Ueber die *Fortschritte auf dem Gebiete der Photogrammetrie* finden sich ausführliche Referate in *Eder's Jahrbuch für Photographie für 1899*, S. 161 bis 183, und dasselbe Jahrbuch für 1900, S. 370 bis 395, von Prof. *Dolezal*. Desgleichen über *Mikrophotographie* im Band für 1899, S. 275 bis 288, und für 1900, S. 322 bis 338, von *Marktanner-Turneretscher*. Interessant ist ein von *Zeiss* in Jena gebauter epidioskopischer Projektionsapparat, welcher in sehr einfacher Weise gestattet, undurchsichtige Objekte mit auffallendem Lichte zu beleuchten und ihr Bild zu projicieren und erwünschtenfalls mittels einer einfachen Vorrichtung sofort zur Diapositivprojektion überzugehen [15]).

Die *Anwendung der Photographie für Weberei* (Einwirken von Bildern in Gewebe) durch *Sczepanik* und *Kleinberg* machte 1898 viel von sich reden. Es handelt sich hierbei darum, dass die für das automatische Arbeiten des *Jacquard*'schen Webstuhles nötigen Kartons nicht mittels der Hand, sondern mit Hilfe photographischer Methoden hergestellt werden. Das Verzerren (in die Länge ziehen) des Musters, welches bisher nur mühsam durch Zeichnen bewirkt wurde, erfolgt durch photographische Aufnahmen mittels Cylinderlinsen [16]).

Farbenempfindliche Platten, optische Sensibilisatoren, Lichtfilter.

Von *Cadett* in England kommen unter dem Namen „Spektrumplatten“ Trockenplatten vor, welche mit einem „Rotsensibilisator“ für die roten und gelben Strahlen empfindlich gemacht sind. Aehnlich (aber besser) sind *Lumière*'s *„Panchromatische Platten“*, welche für Dreifarbendrucknegative viel verwendet werden. (Badeplatten mit Nigrosin oder anderen der von *E. Valenta* und von *Eberhardt* publizierten Sensibilisatoren, z. B. Diaminschwarz, Oxaminschwarz, Wollschwarz etc. wirken *mindestens* ebenso gut. *E.*)

Dunkelkammerbeleuchtung für orthochromatische Platten liefert nach *Abney*: Methylviolett (welches das äusserste Rot, sowie Blauviolett durchlässt) kombiniert mit Orangeglas (welches Blauviolett absorbiert), z. B. Tränken einer fixierten und gewaschenen Bromsilbergelatineplatte mit Methylviolett, Trocknen und Kombinieren mit Orangeglas (*Photography*, 1898 S. 697; *Phot. Wochenbl.*, 1898 S. 371).

Voigtländer und Sohn liessen sich ein *Farbenfilter* für photographische Aufnahmen mit linsenförmiger Wölbung der die Filterflüssigkeit einschliessenden Glasplatten als Gebrauchsmuster in Deutschland eintragen (Nr. 101435).

P. Ruh untersuchte die Farbstoffe der Fluoresceinreihe im Vergleiche zum Nigrosin, Acridingelb, Chrysanilin, Chinolinrot auf relative Empfindlichkeit und ermittelte die günstigsten Verhältnisse zur Herstellung von Sensibilisierungsbädern mit den bekanntesten dieser Farbstoffe [17]).

E. Valenta veröffentlicht eine Reihe von *Untersuchungen über optische Sensibilisatoren für Bromsilbergelatinetrockenplatten*; unter den untersuchten Farbstoffen sind einige Oxaminfarbstoffe der *Friedrichsfelder Farbwerke* (*Oxaminschwarz* BR mit zwei Bändern bei C $^2/_3$ D und D $^1/_3$ E, *Oxaminviolett* GR, Band von D — E, *Oxaminblau* BB, Band von C — D $^1/_2$ E), ferner einige Farben der *Elberfelder Werke* (*Diazoschwarz BHN*, Band von B — D $^1/_4$ E, *Benzonitrolbraun*, Band von C $^1/_2$ D — E, *Plutoschwarz* G, Band von B — D $^3/_4$ E), endlich Farben von *Meister, Lucius und Brünig* in Höchst a. M. (*Dianilschwarz* G, Band von C $^1/_4$ D — D $^3/_4$ E) besonders hervorzuheben [18]).

Ueber die Sensibilisierung von Trockenplatten mit verschiedenen Farbstoffgemischen schreibt *Eberhard* [19]).

Als *Farbenfilter für die Farbenauslese* bei Aufnahmen für die Zwecke des Dreifarbendruckes empfiehlt *Penrose* in London [20]) Flüssigkeitsfilter und zwar *Hübl*'s Lichtfilter. Es sind dies folgende Lösungen, für Rot: Biebericher Scharlach (1:500), für Grün: Säuregrün (1:10000) 4 ccm, Kaliumbichromat (1:150) 16 ccm und Wasser 5 ccm, und für Blauviolett: eine Lösung von Pyoktanin (1:20000).

Blaues Glas für Dreifarbendrucklichtfilter stellt *André Duboin* [21]) durch Schmelzen einer Chrommischung (Kieselsäure, Borsäure, Baryumkarbonat, Aluminium und Kaliumbichromat) her; es soll nur blaues Licht (zum Unterschied von Kobaltglas) durchlassen.

Photographie in Farben.

Das einzige Verfahren der Photographie in natürlichen Farben, welches die Farben ohne Anwendung von Filtern u. s. w. direkt wieder zu geben vermag, das Verfahren von *Lippmann*, hat bis zum heutigen Tage noch immer nicht jene Vollkommenheit erreicht, dass es möglich wäre, dasselbe praktisch zu verwerten.

Dr. *Neuhaus* veröffentlichte eine Broschüre: Ueber Farbenphotographie nach *Lippmann*'s Verfahren [22]), in welcher er seine auf diesem Gebiete gesammelten Erfahrungen niederlegte.

Lippmann selbst macht über die Herstellung der Emulsion zur Präparation der Trockenplatten und deren weitere Behandlung folgende Mitteilung: Zur *Herstellung der Emulsion* schmilzt man 4 g Gelatine in 100 ccm Wasser und setzt der Lösung 0,53 g Bromkalium zu, darauf 6 ccm einer alkoholischen Cyaninlösung 1:500 und 3 ccm einer alkoholischen Chinolinrotlösung 1:500. Nachdem das ganze gut gemischt ist, lässt man bis auf eine Temperatur unterhalb 40° C. abkühlen, versetzt die Lösung dann mit 0,75 g trockenem, gepulvertem Silbernitrat und rührt mit einem Glasstabe etwa 1 bis 2 Minuten zur Lösung um. Die fertige Emulsion filtriert man durch Glaswolle und giesst auf vorher angewärmte Glasplatten gerade wie Collodion.

Das Erkaltenlassen geschieht am besten auf einer horizontalen, sehr kalten Marmorplatte. Vor dem Waschen wird jede Platte mit Alkohol befeuchtet und dann eine halbe Stunde gewaschen. Nach dem Abtropfenlassen stellt man zum Trocknen auf. Die auf diese Weise präparierten Platten halten sich lange Zeit. Vor dem Gebrauch befeuchtet man die Schichtseite mit einer Lösung von

Absolutem Alkohol	100 g
Silbernitrat	0,5 „
Eisessig	0,5 „

lässt abtropfen und trocknet. Die in solcher Weise behandelte Platte besitzt eine grössere Empfindlichkeit, muss aber am Tage der Herstellung verbraucht werden.

Man exponiert etwa 2 Minuten im Sonnenschein mit Zeiss-Objektiv 6,3.

Entwickelung. Hierzu lässt sich jeder beliebige Entwickler verwenden; ausgezeichnete Resultate sollen sich mit dem folgenden von *Lumière* angegebenen Entwickler erzielen lassen:

I.	Wasser	100 g
	Pyrogallol	1 „
II.	Wasser	100 „
	Bromkalium	10 „
III.	Salmiakgeist	—

Zum Entwickeln mischt man:

Lösung	I	10 g
„	II	15 „
„	III	5 „
Wasser	. . . .	70 „

[15]) *Prometheus*, X. Jahrg. Nr. 505.

[16]) Vgl. Näheres über diesen Gegenstand in *Eder's Jahrbuch für Photographie für 1900*, S. 257 u. f.

[17]) *Eder's Jahrbuch für Photographie für 1900*, S. 482.

[18]) *Phot. Corresp.*, 1898 und 1899.

[19]) *Eder's Jahrbuch für Photographie für 1900*, S. 287.

[20]) *Process Work*, 1900 S. 3.

[21]) *Annuaire Général de la Photogr.* von *Roux*, 1899 S. 50.

[22]) Verlag von W. Knapp, Halle a. S., 1898.

Vorteilhaft ist es, nur schwach zu entwickeln und mit Quecksilberchlorid und Amidol zu verstärken. Zum Fixieren dient eine Lösung von Cyankalium (*Bullet. de la Société Française,* 1899 Nr. 4; *Der Photograph,* 1899 S. 84).

Wie man aus diesen Vorschriften ersieht, empfiehlt auch dieser Autor ebenso wie *Neuhaus* die Verwendung von Chinolinfarbstoffen. Da man statt des Cyanins als Rotsensibilisator heute bereits eine Anzahl weit besser wirkender Farbstoffe kennt, lag der Gedanke nahe, dieselben hier an Stelle dieses Farbstoffes anzuwenden. Geeignet ist z. B. nach *Valenta*'s Versuchen das *Glycinrot,* welches von *Kinzelberger* in Prag in den Handel gebracht wird. Dieser Farbstoff gibt in Grün ein fast ebenso starkes Sensibilisierungsband als in Blau. Dasselbe reicht von B 1/2 C bis über b, und die Empfindlichkeit der damit sensibilisierten Platte ist eine ziemlich grosse. Das Glycinrot, in der Menge von 12 bis 14 ccm (1 : 500) auf je 100 ccm der in dem Buche von *E. Valenta*: *Die Photographie in natürlichen Farben* beschriebenen Emulsion zugesetzt, lieferte sehr gute Resultate, indem bei solchen Bildern, wenn dieselben im diffusen Tageslichte ohne oder mit Benutzung einer lichten Gelbscheibe (blassgelbes Kohleglas) aufgenommen wurden, sowohl die Hauptfarben, als auch sehr zarte Nuancen klar wiedergegeben werden.

Eine *neue interessante Methode der Farbenphotographie* rührt von *R. W. Wood* her[23]).

Wenn ein Diffraktionsgitter gebräuchlicher Dispersion und eine Linse in das von einer linienförmigen Lichtquelle ausgehende Strahlenbündel gestellt werden und man das Auge an die Stelle eines der entworfenen Spektren bringt, so sieht man das Gitter in einer Farbe erleuchtet, die der Region des Spektrums entspricht, in der sich das Auge befindet. Haben nun die Linien in dem einen Teile des Gitters anderen Abstand als in dem anderen, so werden gemeinhin die beiden von den verschieden liniierten Teilen entworfenen Spektren teilweise übereinander fallen; und, sieht man nun von einer Stelle der sich deckenden Spektren nach dem Gitter, so erscheinen die entsprechenden Teile des Gitters verschieden gefärbt. Von dieser Erscheinung machte *Wood* Gebrauch bei der Ausarbeitung einer neuen Methode der Photographie in natürlichen Farben und vermied dabei im fertigen Bilde den Gebrauch von Farbstoffen und gefärbten Medien ganz, da nach dieser Methode die fertige Photographie nicht mehr und nicht weniger ist, als Diffraktionsgitter mit verschiedener Lineatur. Die Abstände der Linien in den verschiedenen Teilen des Bildes sind dann derart, dass sie in der natürlichen Färbung erscheinen, wenn sie vom richtigen Orte aus gesehen werden.

Die von *Wood* zuerst befolgte Methode ist im wesentlichen folgende: drei Negative wurden in der gewöhnlichen Weise durch rote, grüne und blaue Lichtfilter aufgenommen und nach diesen drei gewöhnliche Diapositive hergestellt (für welche Herstellung aus einem später ersichtlichen Grunde das Albuminverfahren gewählt wurde). Diese Positive werden nach dem Trocknen mit Bichromatgelatine übergossen und unter Lichtabschluss wieder getrocknet. Dann werden sie mit den drei entsprechenden Diffraktionsgittern (die in Glas geritzt oder photographiert sein können) bedeckt und 30 Sekunden lang dem Sonnen- oder elektrischen Lichte exponiert. Durch Waschen mit warmem Wasser entwickeln sich nun auf den Positiven Diffraktionsgitter von hoher Brillanz. (Man sieht jetzt auch, weshalb Albuminplatten für die Diapositve erforderlich sind. — Gelatineschichten würden in warmem Wasser weich werden und sich sogar auflösen.) Diese drei Positive werden nacheinander auf eine Bichromatgelatineschichte kopiert.

Das genaue Registerhalten wird hierbei in einfachster Weise durch Anlegemarken erreicht. Wäscht man die so kopierte Platte in warmem Wasser, so erhält man eine Photographie in natürlichen Farben. Denn da, wo im Original Rot ist, ist ja das erste Gitter kopiert, da wo das Original Gelbgrün zeigt, hat die Kopie ja das zweite Gitter, und an den den blauen Stellen des Originals entsprechenden Stellen der Kopie ist das dritte Gitter erschienen; die weissen Teile hingegen zeigen alle drei Gitter übereinander.

Betrachtet wird nun das Photogramm vor einer durch eine passende Flamme (Gaslicht) erleuchteten Bikonvexlinse durch einen mit Löchern für beide Augen versehenen Schirm, welcher in der Entfernung, in welcher die verschiedenen Diffraktionsspektren zusammenfallen, aufgestellt wird, wobei das Photogramm in Farben erscheint.

A. Hoffmann in Köln-Nippes bringt für die Zwecke der *indirekten Farbenphotographie* Cameras mit dreierlei Films (rot, grün und blau empfindlich) samt Lichtfiltern zur Farbenauslese und Herstellung von drei Negativen, welche den drei Grundfarben entsprechen, in den Handel. Die genannte Firma erzeugt Pigmentpapiere in den drei Grundfarben Gelb, Rot und Blau, welche unter den mittels der Negative erhaltenen Diapositiven kopiert, auf Glas übertragen und sodann auf Papier übereinander gebracht werden. Zur Abstimmung der Farbe hat *A. Hoffmann* eine Vorrichtung *„Photochromometer"* konstruiert, welche es gestattet, die drei auf Glas befindlichen Pigmentbilder provisorisch in der richtigen Lage übereinander zu bringen, um die Wirkung jederzeit beurteilen zu können und die Entwickelung entweder weiter fortzusetzen oder einzustellen, worauf die Bilder erst definitiv auf Papier übertragen werden[24]).

Trockenplatten, Folien, Negativpapier.

Bromsilbergelatinetrockenplatten für die Zwecke der photomechanischen Reproduktionsverfahren werden heute bereits von mehreren Firmen in den Handel gebracht. Bei solchen Platten kommt es nicht so sehr auf grosse Empfindlichkeit als vielmehr auf feines Korn und glasklares Arbeiten an.

Nach *Grebe* eignen sich hierzu besonders Platten mit dünnem Guss und transparenten Emulsionen. Die *Berliner Aktiengesellschaft für Anilinfabrikation* erzeugt zu dem obigen Zwecke Chlorbromsilbergelatineplatten und bringt selbe als *„Isolarplatten"* in den Handel.

Versuche über das *„Reifen der Bromsilbergelatineemulsionen" durch Elektrizitätswirkung* veröffentlichte *A. Vollenbruch*[25]). Das Reifen soll nach diesen Versuchen ohne bedeutende Kornvergrösserung vor sich gehen und es sollen sehr klare hochempfindliche Emulsionen erzielt werden. (Im photochemischen Laboratorium der k. k. graphischen Lehr- und Versuchsanstalt in Wien nach Angaben *Vollenbruch*'s angestellte Versuche ergaben negative Resultate. — Die Ref.)

Ueber die Herstellung von *Chlorbromsilbergelatineemulsionen für Diapositivplatten* veröffentlichte *E. Valenta* eine grössere Arbeit[26]). Derselbe fand die Empfindlichkeit von Chlorbromsilberemulsion nach dem Chlorsilbergehalte schwankend zwischen 12° bis 1° W. und darunter, und zwar ergaben Emulsion mit einem Gehalte an

Chlorsilber	0,	10,	25,	36,	43,	75 %
Grade Warnerke	12°,	9°,	5°,	4°,	1°,	—
entsprechend der Empfindlichkeit	21,	9,	3,	2 1/3,	1,	—

Valenta empfiehlt folgende Emulsionen, und zwar für normale Negative:

A.		*B.*	
Wasser	400	Wasser	400 g
Bromammonium	15,2	Silbernitrat	30 g
Chlorammonium	1,5		
Salpetersäure .	6 Tropf.		
Gelatine . . .	50 g		

Für flaue Negative sowie zur Herstellung von normalen Bildern nach flauen, schleierigen Negativen (durch ein- oder mehrmaliges Umkopieren) eignet sich folgende Emulsion:

[23]) *Photogr. Korresp.*, 1899 S. 423. *Brit. Journ. of Photogr.*, 1899 S. 229 u. 232, ferner vgl. *Vidal*, *Bull. Soc. Franç. Photogr.*, 1899 S. 267.

[24]) *Prometheus*, 1899 S. 49. *A. Hoffmann*, *Die Praxis der Farbenphotographie nach dem Dreifarbenprozess.* Wiesbaden 1900.

[25]) *Deutsche Photographenzeitung*, 1899 S. 83.

[26]) *Photogr. Korresp.*, 1899.

A.		*B.*	
Wasser	400	Wasser	400 g
Bromammonium	1,7	Silbernitrat	30 g
Chlorammonium	9 g		
Salpetersäure .	6 Tropf.		
Gelatine . . .	50 g		

Man lässt die Gelatine in obiger Wassermenge quellen, schmilzt am Wasserbade (50 bis 60° C.) und fügt das Brom- und Chlorsalz sowie die Salpetersäure zu, dann erwärmt man die Lösung *B* ebenfalls auf 60° C. und giesst sie unter Umschütteln (in der Dunkelkammer) portionenweise in *A*. Die Emulsion bleibt in der Wärme etwa 1 Stunde stehen, wird dann in eine Porzellantasse gegossen, erstarren gelassen, zerkleinert gewaschen, geschmolzen und vergossen.

Hierzu sei bemerkt, dass die *Wellington*'sche Chlorbromemulsion bezüglich des Verhältnisses von Brom- zu Chlorsilber zwischen diesen beiden Emulsionen steht.

Als Entwickler diente für die bromreiche Emulsion ein Metol-Sodaentwickler folgender Zusammensetzung:

A. Metol 10, Wasser 1000, Natriumsulfit 100 g.
B. Soda (krystallisiert) 100, Wasser 1000 g.
1 Teil *A* mit 1 Teil *B* gemischt.

Für die chlorreichen Platten eignet sich der folgende Hydrochinonentwickler besser: Wasser 1000, Hydrochinon 3, Sulfit 100, Soda 200, Pottasche 100, Bromkalium 3 g. Derselbe gibt warme, schwarzbraune Töne.

Als Tonbad für chlorreiche Emulsionen ist ein Bad zu empfehlen, bestehend aus 0,5 g Chlorgold, 8 bis 10 g Rhodanammonium und 1000 cm^3 Wasser, mit welchem Photographietöne erzielt werden können.

Ein *Negativpapier*, welches bei zwar nicht allzu einfacher Handhabung sehr gute Resultate liefert, daher in der That unter Umständen gut geeignet ist, Trockenplatten und Folien zu ersetzen und dabei den Vorzug der Billigkeit hat, stellen die sogen. *Seccofolien* der Firma *A. Hesekiel*-Berlin dar. Die dem dieser Firma erteilten Patente zu Grunde liegende Patentbeschreibung lautet der Hauptsache nach:

„Das neue Verfahren zur Herstellung von Folien ist folgendes: Das Papierblatt, welches als Träger dienen soll, erhält zunächst eine Kautschukschicht, dann wird diese Schicht mit einer Schicht Kollodium bedeckt und schliesslich die als Träger für das Silbersalz dienende Gelatineschicht aufgebracht. Die lichtempfindliche Schicht der Papierfolien wird also ihrerseits durch die folgenden drei Schichten gebildet:

1. „die direckt auf dem Papier ruhende Kautschukschicht;
2. „eine mit dieser Kautschukschicht innig verbundene Kollodiumschicht und
3. „eine obere Gelatineschicht als Träger für das Silbersalz.

„Für das Abziehen der vollendeten Folie ist es von grösster Wichtigkeit, dass im Gegensatz zu früheren Anordnungen die Kautschukschicht unmittelbar auf dem Papier ruht. Ist nämlich die nach dem vorbeschriebenen Verfahren hergestellte Negativfolie belichtet, entwickelt, fixiert und gewässert, so zeigt sie nach der Trocknung die vorzügliche Eigenschaft, dass sich die Folie leicht und sicher von dem Papier abziehen lässt. Die Kautschukschicht haftet an der Papierfaser zwar genügend fest, um die verschiedenen Vorgänge, wie Entwickeln, Wässern u. s. w. ohne Ablösen zu ermöglichen, jedoch nicht so fest, um dem Abziehen der trockenen Folie erheblichen Widerstand entgegenzusetzen. Es wird daher ein glattes Abziehen der Folie erreicht."

„Die so erhaltene Negativfolie ist etwas dünn und wirft leicht Falten, welche beim Kopieren hinderlich sind. Um diesem Uebelstande abzuhelfen, wird die Folie verstärkt. Zu diesem Zwecke wird im vorliegenden Falle ein Gelatinepapier benutzt, welches die gleichen Schichten besitzt wie die lichtempfindliche Folie, nur mit dem Unterschiede, dass die Gelatineschicht dabei kein Silbersalz enthält. Dies Papier wird in Wasser eingeweicht und mit dem Originalnegativ, welches noch auf dem Papier sitzt, zusammengepresst, so dass die beiden Gelatineschichten aufeinander haften. Durch Walzen oder andere geeignete Vorrichtungen wird ein inniges Anpressen der beiden Negativpapierblätter bewirkt und darauf das so erhaltene Produkt zum Trocknen aufgehängt. Nach dem Trocknen können die die Negativfolie einschliessenden beiden Papierblätter ohne weiteres leicht abgezogen werden, worauf man eine stärkere glatte Folie erhält, welche von beiden Seiten gleich scharf kopiert werden kann."

A. Hoffmann in Köln nahm ein Patent (D.R.P. Nr. 105,867) auf die *Herstellung von abziehbarem Negativpapier* mit einer die Bildschichte vom Papier trennenden Zwischenschichte von Harzlack, gekennzeichnet durch die geschmeidig machenden Zusätze wie Oele, Pflanzenleim, Kleberproteïne u. s. w. zur Harzschichte. Diese Folien werden unter dem Namen *„Kardinalfolien"* in den Handel gebracht. Die eigentliche Emulsionsschichte befindet sich auf einer Gelatineschichte und wird nach dem Entwickeln, Fixieren, Waschen und Härten mit Formaldehyd von dem Papiere abgezogen, auf Glas übertragen und trocknen gelassen. Das fertige Negativ präsentiert sich als Haut von der Stärke der Eastman-Rollfolien und lässt sich zwischen Papier gepresst gut aufbewahren[27]. (Fortsetzung folgt.)

[27]) *Eder's Jahrb. f. Photogr.*, 1900 S. 431.

Die Verbesserung der Verkehrsverhältnisse auf der Wannseebahn.

Jüngst ging eine Mitteilung durch die Zeitungen, wonach Herr Geh. Baurat *Schubert* an massgebender Stelle sich für eine möglichste *Teilung des Verkehrs* ausspricht, welche sich beim Dampflokomotivbetriebe aus technischen und finanziellen Gründen nicht empfehle, wohl aber bei Einführung eines besonderen elektrischen Betriebes möglich sei, für welchen in der Folge genannter Fachmann sehr warm eintritt.

Unterm 25. Juni 1897 schrieb das Wannseebahnkomitee (Baurat *Böckmann* - Neubabelsberg, Gerichtsassessor Dr. *Boethke*-Berlin, jetzt Amtsrichter in Mittenwalde [Mark], Abgeordneter *Fehlisch*-Berlin, Abgeordneter Oberamtmann *Ring*-Düpel bei Zehlendorf u. a.) einen öffentlichen Wettbewerb aus, behufs Erlangung von geeigneten Vorschlägen zur Verbesserung der Verkehrsverhältnisse auf der Wannseebahn.

Als besonderer *Zweck* des Wettbewerbes trat dabei auf, in erster Linie eine *schnellere*, in zweiter Linie eine *öftere* Verbindung der an der Potsdamer Eisenbahn gelegenen Vororte mit Berlin zu schaffen.

Zur Erreichung des Zieles wurden den Bewerbern keinerlei Schranken auferlegt, indem es als nur darauf ankommend bezeichnet wurde, einen *Gedanken* zu finden, der so überzeugend wirke, dass sich die Eisenbahnverwaltung seiner Durchführung nicht entziehen könne; so wäre es z. B. auch zulässig, unter Beibehaltung aller bestehenden Einrichtungen einen zweckmässigeren Fahrplan aufzustellen, durchgreifende Veränderungen für den Dampfbetrieb vorzuschlagen, oder selbst vollständige Umgestaltungen des bestehenden Systems ins Auge zu fassen.

Der Unterzeichnete beteiligte sich an dem Wettbewerbe mit folgender die „Nr. 23" tragender Arbeit:

Die vorliegendenfalls gestellte Aufgabe, vom theoretischen Standpunkte aus betrachtet, würde zur Lösung



durch ein Verkehrsmittel wesentlich von Art der auf der vorjährigen Berliner Gewerbeausstellung (1896) im Betriebe vorgeführten Stufenbahn führen.

Denn dann wäre der Forderung, zu *jeder Zeit* auf jedem Bahnhofe immer eine Fahrgelegenheit zu finden, offenbar in vollkommenster Weise genügt. Und auch bei Bemessung der *Geschwindigkeit* fällt die im jetzigen Wannseebahnbetriebe u. a. gebotene Rücksichtnahme auf die einem gegebenen Zuge voraufgehenden und den bezw. die ihm folgenden Züge ganz hinweg.

Aus naheliegenden Gründen jedoch (unverhältnismässig hohe Anlagekosten wegen erheblicher Verbreiterung des etwa 27 1/2 bezw. 36 km langen Bahnkörpers, mit durchaus neuen Betriebsmitteln — Fahrzeuge, Antrieb derselben —, hohe Anforderung an die körperliche Geschicklichkeit der vielfach mit Traglasten versehenen Fahrgäste u. a. m.) verbietet sich die Uebertragung der Stufenbahneinrichtung auf einen Vorortbahnbetrieb.

Diese Ansicht wird unterstützt durch die Erwägung, dass die mit einer entsprechend ausgebildeten Stufenbahn verknüpften Vorzüge ziemlich annähernd auch von anderen Personenbeförderungmitteln erreicht werden können, annähernd nämlich insofern, als gewisse Zeiten zum Anhalten und zur Zugumkehrung, bezw. eine mindestens den bezüglichen Zeiten entsprechende Unterbrechung in der Zugfolge, immer werden zugestanden werden müssen.

Von solchen Personenbeförderungsmitteln würde die Kabel- oder Taubahn (welche mittels eines zwischen Anfangs- und Endpunkt der Bahn ausgestreckten, in beständiger Bewegung befindlichen Stahlseiles beliebig viele, nach Belieben an das Tau an- und bezw. loszukuppelnde, Fahrzeuge betreibt) eines näheren Eingehens wert gewesen sein, wenn es nicht seit deren Ingebrauchnahme (in Amerika) gelungen wäre, den *elektrischen Bahnbetrieb* zu einer Vollkommenheit zu führen, welche die Nachteile der Taubahn (kostspielige unterirdische Bauten, verhältnismässig starke Abnutzung des Taues, immerhin begrenzte Fahrgeschwindigkeit) aufwiegt und dagegen noch erhebliche Vorzüge sichert.

Die von mir nun vorgeschlagene Benutzung eines elektrischen Betriebes der Vorortbahnen, *mit einzelnen Wagen* oder *Wagengruppen*, bis zu dreien, und dies *mittels seitlicher Stromführung* in der Nähe des Bodens, erscheint aus folgenden Gründen als sehr wohl den Anforderungen, welche das Preisausschreiben stellt, genügend:

1. Die *Häufigkeit* der Zugfolge kann, begünstigt durch die Möglichkeit, ganz dem Bedarfe entsprechend, beliebig viele oder wenige Wagen hintereinander bezw. auf einmal abzulassen, die denkbar weitgehendste sein (2 bis 3 Minuten).

2. Die *Fahrgeschwindigkeit* lässt sich, wegen Vorhandensein einer besonderen, für jeden anderen Verkehr abgesperrten Bahnstrecke, sowie eines, bei geringerem Wagengewichte schneller wirkenden Bremsens und schnelleren Anfahrens, unbedenklich auf 40 bis 45 km/Std. (gegenüber jetzt 28,3 km/Std.), ja nach Wunsch noch darüber, steigern.

3. Die Einstellung einer elektrischen Leitung neben der gesamten Bahnstrecke sichert den nahezu unveränderten Fortbestand des jetzigen Oberbaues.

4. Mit dem Vorzuge, eine oberhalb der Fahrzeuge zu verlegende elektrische Leitung zu vermeiden (welchen allein die unterirdische Stromzuführung vor der sonst, wenn immer möglich, benutzten oberirdischen voraus hat), sind durch die *seitlich* und dabei *niedrig* verlegten Stromleiter sämtliche Nachteile der unterirdischen Stromzufuhr beseitigt. (Weder ist ein Kanal erforderlich, noch die neue Lagerung der Schienen, noch Stromverluste zu gewärtigen, noch die Instand- und Reinhaltung umständlich u. s. w.)

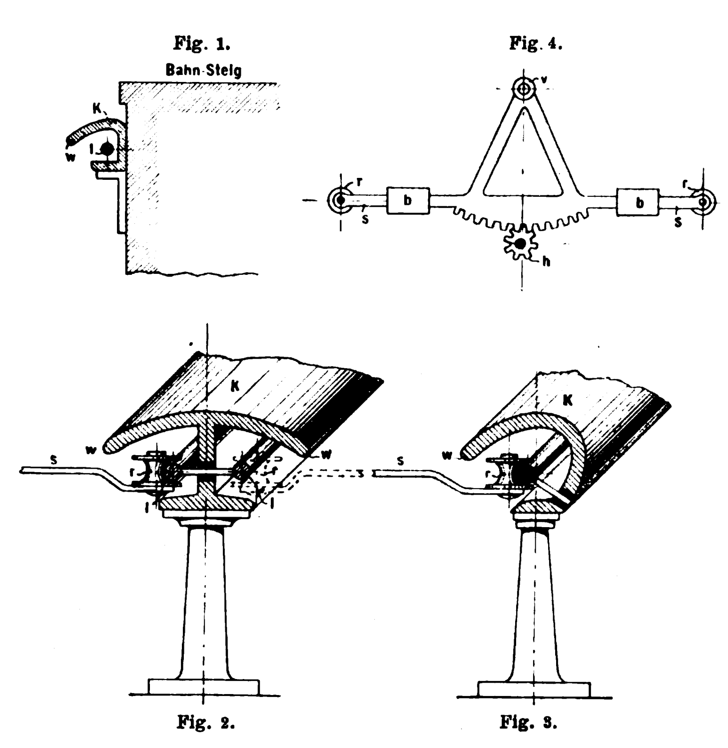
5. Betriebsstörungen auf der Wannseebahn sind während der Neueinrichtung vollständig ausgeschlossen, da die Aufstellung der den Stromleiter tragenden Schutzröhren (gleichviel, ob dies ausserhalb der beiden Wannseebahngeleise oder zwischen derselben geschieht) im allgemeinen die einzige Arbeit ist, welche auf freier Strecke vorgenommen zu werden braucht.

Weitere Erläuterung meiner Vorschläge.

Um zunächst

1. *der Stromzuführung*

zu den Treibmaschinen der Wagen näher zu treten, so erfolgt dieselbe durch einen seitlich des betreffenden Bahngeleises, etwa 1/2 m über Schienenoberkante, verlaufenden zweckentsprechenden Leiter, welcher rückwärts mit einer geeigneten Stromerzeugermaschine (Primärmaschine) in Zusammenhang steht. Dieser Leiter, als welcher ein starker Draht, eine Schiene, oder auch zwei nackte Leitungen aus dickem Winkeleisen, zwischen denen das Berührungsschiffchen läuft (wie bei der Budapester Anlage), auftreten können, findet Lagerung in den Bahnhöfen an den den Bahnsteig seitlich begrenzenden Seitenwänden; auf freier Bahnstrecke aber und auf Bahnhof Potsdam am besten zwischen den beiden Geleisen, mit Hilfe geeigneter Ständer oder Säulchen, welche einen den Leiter umgebenden Schutzkanal tragen. Der letztere (K in Fig. 1) schliesst den Leiter l ab, so dass er nicht unversehens von Bahnarbeitern



berührt werden kann, sowie um einen gewissen Schutz des Leiters vor den störenden Einflüssen atmosphärischer Niederschläge zu bewirken. Er erhält aus solchen Gründen eine überhängende Wassernase w, Schutz des Leiters auch bei den stürmischsten Regenfällen u. dgl. bietend.

Auf dem Drahte l (der als einfachste Leiterform angenommen werden möge), welcher in seinem Kanale K hier und da in üblicher Weise unterstützt wird, schleift der Stromabnehmer r (Fig. 2 und 3), sich mit mässigem, durch Federn vermittelten Drucke dagegen legend, wenn der Wagen fährt. Zu diesem Zwecke befindet sich etwa an der Stelle b (Fig. 4) eine Art von Universalgelenk, welches, unter Mitwirkung von Federn, eine gewisse elastische Nachgiebigkeit der den Stromabnehmer r tragenden Stange s nach allen Seiten sichert. Aehnliche Verbindungen werden schon bei den oberirdischen Zuleitungen benutzt; vorliegendenfalls tritt noch die Forderung dazu, eine gewisse Elastizität in der Stangenrichtung selbst vorzusehen, wegen der seitlichen Schwankungen der Wagen während der Fahrt. Diese Elastizität wird z. B. durch einander übergreifende Hülsen mit innenliegender Schraubenfeder in bekannter Weise erzielt.

Für die Einstellung zur Fahrt hat der Wagenführer mittels Handrades und Welle h (diese ist in Fig. 4 querschnittlich veranschaulicht) den Stromabnehmer r nach der einen oder anderen Seite, je nach den örtlichen Verhältnissen (d. h. ob der Leiter rechts oder links vom Wagen sich befindet), herauszubewegen, so weit, dass Berührung zwischen r und l stattfindet. Von der gleichzeitig als Drehpunkt des Rollenträgers (Fig. 4) vorausgesetzten Vereinigungsstelle v beider Stromabnehmer erfolgt die Weiterleitung des Stromes zu den Wagen der Treibmaschine in übrigens bekannter Weise.

2. *Die Geleiseanlage*

bedarf gegenüber der gegenwärtig bestehenden keiner weitergehenden Aenderungen. Die Weichenstellungen können in der bisherigen Weise vermittelt und geregelt werden; nur wird manches, gegenüber den bestehenden Verhältnissen, dadurch *vereinfacht*, dass sämtliche Züge (seien dies nun Einzelwagen oder Wagengruppen, vgl. unter 3) die ganze Strecke bis Potsdam (bezw. Werder) durchlaufen. Verschiedene Zugarten zu verschiedenen Tageszeiten, z. B. einige nur bis Zehlendorf, oder andere bis Wannsee, wieder andere bis Potsdam u. s. w., scheiden ganz aus. Leitend für diese Massnahme ist hierbei der Gedanke oder Grundsatz, *das Verkehrsmittel als Pionier* hinzustellen, so zwar, dass dasselbe dem Ausbaue und dem Neubaue in den Vororten *vorarbeitet*, bezw. einen Zug der Bewohner der Grossstadt auf das erheblich gesündere Land im Gefolge hat.

3. *Fahrbetrieb und Fahrzeuge*

sind der Forderung entsprechend eingerichtet, dass mit Sicherheit längstens alle 2 Minuten Züge von einem oder, je nach dem Verkehrsbedürfnis, von 2 bis 3 Wagen, oder von Gruppen solcher kurzen Züge, abgelassen werden. Jede solcher Gruppen (wenn von dem allgemeinen Falle der Zugbildung aus 2 bis 3 Wagen ausgegangen werden soll) hat einen mit Treibmaschine oder Treibmaschinen versehenen, übrigens zur Personenbeförderung dienenden Wagen (*Treibwagen* — welcher deutsche Ausdruck den fremdsprachlichen „Motorwagen" ersetzt —), und am besten zwei Anhängewagen. Der Treibwagen mag etwa von der Grösse der grösseren Wagen auf der Strassenbahn nach Charlottenburg sein, ebenso die Anhängewagen. Als solche mögen, bis zu ihrer Abnutzung, die bisherigen Personenwagen der Wannseebahn dienen; bei Neubeschaffung solcher Wagen würden erheblich leichtere Wagen, wie sie zur Zeit bei elektrischen Strassenbahnwagen Verwendung finden, als Vorbild zu nehmen sein. Um zur möglichsten Vereinfachung des Betriebes zu gelangen, nimmt der Treibwagen seinen Platz zwischen je zwei Anhängewagen ein und ist, am besten in seiner Mitte, mit einem *erhöhten Standorte* für den Wagenführer versehen (vgl. Fig. 5). Mit

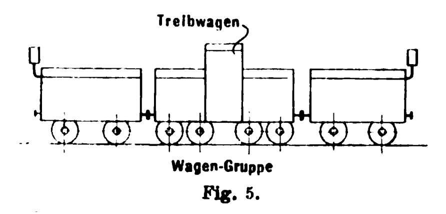


Fig. 5.

solcher *Wagengruppe* zu dreien, oder auch zu zweien, oder einem dem Treibwagen entsprechenden *Einzelwagen*, nähert man sich offenbar den erprobten Verhältnissen bei elektrischen Strassenbahnen verkehrsreicher Gegenden. Im Unterschiede davon erscheint nur ratsam, im Interesse schnellmöglichster Besetzung bezw. Entleerung des Zuges, die Thüren nicht an den Wagenstirnseiten, sondern seitwärts, wie z. B. bei den Wannseebahnpersonenwagen üblich, anzuordnen.

Für die Zeiten *stärkeren* und bezw. *stärksten* Verkehrs, die nach den mehrjährigen Beobachtungen ja bekannt sind, fahren *mehrere* solcher eben erwähnter *Wagengruppen* gleichzeitig oder nahezu gleichzeitig ab. Wahrscheinlich wird sich als vorteilhaft herausstellen, dass diese mehreren Wagengruppen nach Art der Wagen der bisherigen Züge in Fühlung bleiben, was unter Umständen durch seitlich zu bedienende Kuppelungen herbeigeführt wird.

Jeder Treibwagen hat einen Führer zur Bedienung seiner Maschine oder Maschinen. Ein besonderer, dem jetzigen Zugführer entsprechender Beamter erscheint, unter Berücksichtigung der wachsenden Verkehrsmündigkeit der Fahrgäste, und weil der Treibwagenführer an den einzelnen Haltestellen (Bahnhöfen) leicht die wenigen ihm übergebenen Wagen beaufsichtigen kann, entbehrlich, um so mehr, als er, nach Ausschaltung der Treibmaschine, derselben keine besondere Aufmerksamkeit zu widmen braucht, im Unterschiede von dem Lokomotivführer des jetzigen Fahrbetriebes.

Die Endstirnwände des Zuges bezw. des Einzelwagens (falls ein solcher den Zug bildet) tragen den Scheinwerfern ähnliche elektrische Lampen, um mit Sicherheit die Strecke bei Nacht oder Nebel beleuchten zu können.

Die der Fahrgeschwindigkeit entsprechende Geschwindigkeit des Umlaufens der elektrischen Treibmaschinen wird durch Vorschalten oder Ausschalten von Widerständen in bekannter Weise geregelt.

Auch das Bremsen erfolgt in der sonst für elektrische Strassenbahnen üblichen Weise.

Die infolge der kürzeren Züge leichter und wirkungsvoller herbeizuführende Bremsung und das schneller vor sich gehende Ein- und Aussteigen wird die Verzögerung an und in der Nähe der Haltestellen von jetzt durchschnittlich zwei Minuten auf *eine* Minute und noch darunter herabzuziehen gestatten, um so mehr, als namentlich die Zeit des Anhaltens selbst (d. i. des thatsächlichen Stillstandes) von der jetzt dafür durchschnittlich aufzuwendenden $^1/_2$ Minute auf noch unter 20 Sekunden (d. i. die Zeit des Anhaltens auf manchen Stadtbahnhaltestellen) herabzusetzen ermöglicht sein wird.

Nimmt man dazu die Erhöhung der Fahrgeschwindigkeit auf nur 45 km stündlich an, so wird schon die auf S. 4 der Denkschrift (Denkschrift zum Preisausschreiben, betr. den Verkehr auf der Wannseebahn. Herausgegeben von dem Wannseebahnkomitee. Mit 20 Anlagen. Berlin. Druck der Vaterländischen Verlagsanstalt 1897) aus dem Jahre 1878 angezogene durchschnittliche Fahrzeit noch verringert sein. Uebrigens würde kein Grund vorliegen, welcher eine weitere Erhöhung grundsätzlich als bedenklich erscheinen liesse, um so weniger, als die für Strassenbahnen übliche geringere Fahrzeit (10 bis 15 km/Std.) wesentlich mit Rücksicht auf den noch Strassenzwecken dienenden Bahnkörper bemessen ist; vorliegendenfalls aber ein durchaus abgegrenzter, nur dem Fahrbetriebe dienender Bahnkörper zur Verfügung steht. Ueber noch höhere Geschwindigkeiten würden die Erfahrungen im Betriebe entscheidend gemacht werden müssen.

4. *Schlusswort.*

Will man weitergehende Umänderungen an den bestehenden Verhältnissen und baulichen Einrichtungen zulassen, wovon namentlich die Endbahnhöfe betroffen werden, so bestimmt man von den beiden Bahnsteigseiten die eine grundsätzlich zur Abfahrt-, die andere zur Ankunftseite, verlegt diese Seiten nach den Seiten der Halle und zieht die beiden Geleise bis nebeneinander zusammen. Der Bahnsteig breitet sich demnach hufeisenförmig hinter den Bahnsteigschaffnerplätzen p aus, die beiden Geleise umfassend (Fig. 6). Diese laufen in die Schienen einer Schiebebühne S, welche mittels Wasserdruckes oder auf elektrischem Wege zwischen beiden Geleisen das Uebersetzen der ankommenden Wagen von der einen nach der anderen (Abfahrt-) Seite herbeiführt, aus. Mit solcher Einrichtung würde die *Betriebssicherheit* aus dem Grunde beträchtlich *erhöht* werden, verglichen mit der jetzigen Einrichtung, weil Weichen und Schienenkreuzungen, das Ueberschreiten derselben von den Fahrzeugen zu den Zeiten des Betriebes, entbehrlich werden und die Anstellung eines bezüglichen, das Stellwerk bedienenden Beamten überflüssig erscheint.

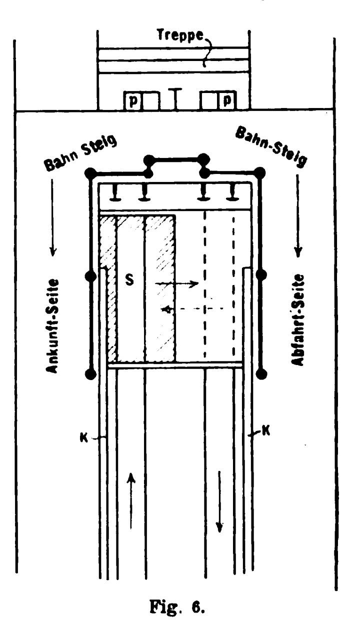


Fig. 6.

Gr. Lichterfelde-W., bei Berlin. *Gustav A. F. Müller.*

Das Wesen der Fliehkraft der Planeten.

Von **Karl Steffen** in Röhrsdorf bei Heinspach.

Hat man eine grosse wassergefüllte Wanne W, in dem ein kleines rundes Becken B schwimmt und in diesem letzteren wieder Wasser, in dem eine schwere Scheibe aus Holz schwimmt (Fig. 1) und wählt man das Massenverhältnis der zwei letzteren Körper (kleines Becken und Scheibe) so, dass sich diese ungefähr umgekehrt wie ihre Durchmesser verhalten, so kann man folgendes Experiment machen.

Man erfasst die Scheibe S bei ihrem im Mittelpunkte O aufrechtstehenden Stiele und wälzt diese, *ohne sie zu drehen*, entlang des Innenrandes des kleineren Beckens mehrere Mal herum, so dass also O nacheinander in die Lage *1, 2, 3, 4, 5, 6* u. s. w. kommt; mässigt man z. B. im Punkte *6* die Geschwindigkeit

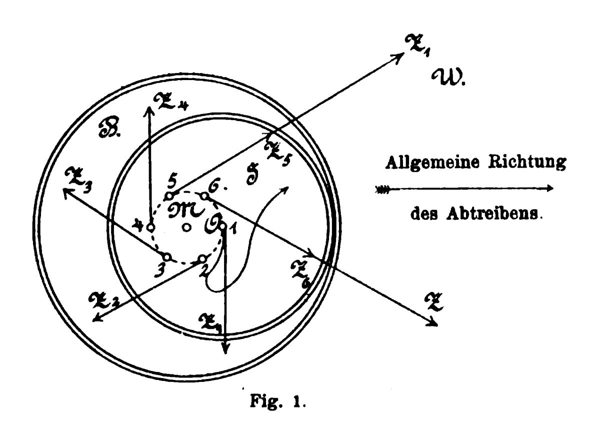


Fig. 1.

plötzlich, so nimmt man wahr, dass das kleinere Becken entgegengesetzt der Wälzungsbewegung der Scheibe um seinen Mittelpunkt M dreht, die Scheibe mit sich vordreht und gegen Pfeil Z_1 zu seitlich abtreibt.

Wiederholt man den Vorgang öfter in einem genügend langen Bassin, so merkt man, dass das Abtreiben mit einer gewissen Beschleunigung immer wieder auftritt.

Hauptsache dabei bleibt, dass man die Scheibe nicht weiter als höchstens um einen $\measuredangle$ von 30° von der Mittellinie verdrehen lässt und sodann rechtzeitig die Wälzung von neuem beginnt; dabei nimmt die Drehung des kleinen Beckens ab.

Bevor das letzte geschieht, mässigt man wieder die Wälzgeschwindigkeit z. B. im Punkte *1*, ohne aber die Wälzbewegung ganz aufzuheben u. s. w.

Der Effekt des ganzen Vorganges ist sonach ein doppelter.

Erstens nehmen die Bewegungsdifferenzen der sich abwechselnd vergleichenden Bewegungen abwechselnd im positiven Sinne zu, summieren sich, und zweitens resultieren die einseitig pendelnden Beschleunigungsrichtungen der Zentrifugalbestrebung der Scheibe zu einer stossweise wirkenden Fortbewegung des Ganzen. Zuletzt geht das Ganze so rasch und ineinandergreifend vor sich, dass man nur die zwei gleichgerichteten Drehungen von Scheibe und Becken zu sehen vermeint, ohne auf die eigentliche Triebfeder das einseitige Pendeln der Scheibe um den Mittelpunkt des Beckens, zu achten.

Es sei nur besonders betont, dass unter den gegebenen Umständen, die nacheinander auftretenden Zentrifugalrichtungen der Scheibe bei *1, 2, 3, 4, 5, 6* nicht mehr um den Mittelpunkt des Beckens herum liegen, sondern zwischen den Lagen *6* und *5* hin und her pendeln[1]).

Wir haben in diesem Versuche ein Seitenstück zu dem *Bazin*'s, welchen *Heinz*' Sarajewo zur Bekräftigung seiner Reaktivkraft anführt (*D. p. J.* 1899 **313** 28) und welche von mir, bezüglich ihrer Berechtigung als eine *Kraftform der Trägheit* zu gelten, bekämpft wurde (*D. p. J.* 1899 **314** 80 und *D. p. J.* S. 371 dieses Bandes), endlich in einer Resolution, deren Veröffentlichung noch nicht erfolgt ist. Erstere Stellungnahme geschah auf Wunsch *Heinz*' selbst.

Der Grund, warum ich nun oben erwähnten Versuch hier anführe, ist derselbe, welchen *Heinz* bewog, sich im Verlaufe seiner Gegenpolemik auf die Fliehkraft der Planeten als eines gangbaren Begriffes zu stützen (*D. p. J.* **315** 224).

Die Fliehkraft ist nach *Heinz* eine nahe Verwandte seiner Reaktivkraft, sie ist eine Ursache, keine Wirkung, merkwürdigerweise eine Ursache, die nach seiner eigenen Aussage infolge einer anderen Ursache wirkt.

Die Folgerungen, welche sich für *Heinz* ergeben, sind geradezu erschütternde.

Das Perpetuum mobile lebt nun auf, das Gesetz der Erhaltung der Bewegung stürzt u. s. w.

Und wenn man nun bedenkt, dass sich gegen die Ausführungen *Heinz*' vom Standpunkte der gangbaren Fliehkrafterklärung thatsächlich nichts einwenden liesse und andererseits doch auch schlagende wissenschaftliche Gesetze dagegen sprechen, so wird man einen Widerspruch erkennen, über den sich der Denker nicht beruhigen kann.

Diesem Eindrucke verdankt mein Streben, das Wesen der Fliehkraft der Planeten „mechanisch", nicht „philosophisch" zu ergründen den Ursprung.

Ich übergebe das Resultat der weiteren wissenschaftlichen Diskussion und bemerke nur folgendes:

Zur praktischen Nutzanwendung hat man sich jeden Planet als einen Innenpolelektromotor zu denken, bestehend aus Zelle (Elektromagnet) und Kern (Anker). Den Zwischenraum mit einer isolierenden (glutflüssigen) Füllmasse ausgefüllt, in welcher der Kern labil schwimmt.

Zelle und Kern sind mit je zwei entgegengesetzt polarisierten, gegenüberliegenden Polen versehen.

Die Polarisation geschieht einerseits durch die von der Sonne in der Zelle erzeugte elektrodiamagnetische Potentialdifferenz (normal zum Radius vector), weil das Kraftfeld der Sonne das Kraftfeld der Planeten umschliesst, und die Potentialdifferenz beider eine ungeheure sein muss. Die Normalpolarisation muss im Wesen des Elektrodiamagnetismus begründet sein.

Was das Vorhandensein eines Kernes anbelangt, das schon von *Halley* und vielen anderen Forschern zur Erklärung der Variation des Isogonensystems angenommen wurde, leider ohne es experimentell beweisen zu können, so scheint es mir doch gelungen zu sein, es nachzuweisen; die cyklonalen Wälzungsvorgänge, welchen flüssige Massen in rotierenden Zellgefässen (Glaskugel) unterliegen[2]), zeigen mit unwiderleglicher Klarheit, dass ein Gravitieren der gegen die Zellwand zu geschleuderten, gegen die Pole sich zurückwälzenden[3]) und achsial erstarrenden Massen gegen den indifferenten Mittelpunkt der Bewegung zu stattfindet, weiter eine Kernbildung ganz leicht gefolgert werden kann, die ich natürlich hier nicht umständlich ausführen kann.

Denkt man sich nun die Polanziehung und Abstossung an Stelle der wälzenden Hand im Experimente, ferner die wechselnde Umsteuerung und Erzeugung einer entgegengesetzten Potentialdifferenz im Kerne, durch das stärkere oder schwächere Andrücken und (Verdrängen der Isoliermassen) Abheben des Kernes von der Zellwand erzeugt, so erklärt sich das jahrhundertalte ungelöste Problem der Fliehkraft oder derjenigen Kraft, von welcher *Laplace* sehr richtig sagt:

„Philosophe montre-moi la main, qui a lancé le planêtes sur la tangente de leur arbitel?" als nichts anderes als ein Problem „elektromagnetischer Kraftübertragung zwischen Sonne und den Planeten".

Die Kernrevolution ist die Ursache der Fliehkraft oder der Fliehbeschleunigung der Planeten, diese ist aber eigentlich nicht die oberste Ursache, vielmehr ist diese in dem *elektromagnetischen Prozess* zu suchen.

---

[1]) Erklärung: Jede Wälzbewegung besteht aus einer entgegengesetzt *drehenden* Bewegung des wälzenden Objektes „Scheibe" um ihren Mittelpunkt O und einer *fortschreitenden* oder schleudernden, um den Mittelpunkt M des Beckens entlang der vorgeschriebenen Bahn: „Beckenumfang". In diesen beiden Richtungen wirkt auch die Beharrung, und zwar so lange die Wälzbewegung dauert, im zentrifugalen Sinn; wird diese plötzlich gemässigt, so gelangt das Drehmoment der Scheibe, das vermöge des Verhältnisses $\frac{\text{Beckenmasse}}{\text{Scheibenmasse}} = \frac{\text{Scheibenhalbmesser}}{\text{Beckenhalbmesser}}$ jetzt grösser wird als das Beharrungsmoment des Beckens mit Bezug auf seinen Mittelpunkt zur Auslösung; dieses dreht Becken und Scheibe vor. Gerade so wie ein Wagen dessen Rollbahn durch die rollende Reibung zurückweicht, nicht vorwärts fährt, sondern samt Unterlage zurückfährt, gerade so wird die Beharrungsrichtung der Scheibe zurückverlegt, oder nachdem dieser Endeffekt unsere eigentliche Hauptbewegung wird, gebraucht man den Ausdruck „vorgedreht" angemessener. Alles erklärt sich sonach durch die veränderten Beziehungen zwischen Zentrifugalbeharrung und Drehbeharrung, welche durch das Dazwischentreten der „veränderlichen Ursache" Handbewegung reguliert wird.

[2]) Veröffentlichung ist bisher noch nicht erfolgt.

[3]) Durch die nachdrängenden Schleudermassen.



Meine weiteren Forschungen auf dem Gebiet der Erdbebenkunde ergaben zur Gewissheit, dass die Erdbebenwege mit dem geometrischen Orte des Stosspunktes in einem auffallenden Zusammenhange stehen, so dass ich nahe daran bin, aus der kombinierten Zellkernbewegung die Erdbebengesetze abzuleiten.

Die Veröffentlichung wird im Laufe dieses Jahres geschehen.

Hier kann ich und muss ich mich in meinen weiteren Beweisführungen einschränken.

Heinz würde nun sagen, das ist die Reaktivkraft des Kernes. Mit nichten! Die Zelle ist die aufgerollte schiefe Ebene — Ebene ohne Ende, der Kern ist die Kugel *Bazin*'s; statt aber das zentrifugale Beharrungsvermögen der Kugel durch einen Stoss auf die Ebene auszulösen, wird dasselbe durch die rollende Reibung der Drehbewegung des Kernes im Momente des plötzlichen Bremsens der Wälzbewegung der Kugel selbst ausgelöst.

Bei *Bazin* wirkt die durch die Stossbeschleunigung vermehrte Beschleunigung der Kugel; im vorgeführten Experimente die restierende Wälzbeschleunigung.

Das ganze ist eine Umkehrung des Phänomens von *Bazin*.

Das Gesetz der Bewegung stimmt mit den Gravitationsgesetzen mit Ausnahme einiger Varianten überein.

Bücherschau.

Kalksandsteine. Von *Ernst Stöffler*, Ingenieur in Zürich. Verlag von Ed. Rascher, Meyer und Zeller's Nachf., Zürich. 1900.

Das Schriftchen gibt auf 35 Seiten eine Uebersicht über die gebräuchlichsten Methoden zur Kalksandsteinherstellung. Form und Menge des Kalksandzusatzes und Menge des Wasserzusatzes werden besprochen. Der Kalk wird in Mengen von 6 bis 10 % als Kalkbrei, pulverförmiges Kalkhydrat oder trockener Aetzkalk beigemengt. Der Wasserzusatz beträgt 7 bis 9 %. Der Verfasser hebt das Verfahren von *Wilhelm Schwarz*, Zürich, hervor, nach welchem eine bestimmte Menge Sand in eine durch Dampf geheizte, unter Vakuum stehende Mischtrommel eingebracht, vollständig getrocknet und dann mit der erforderlichen Menge trockenen Aetzkalks vermischt wird. Hierauf trägt man die erforderliche Menge von Feuchtigkeit in Form von gespanntem Wasserdampf ein. Als Vorteil wird dem Verfahren nachgerühmt (S. 14), dass man immer ein gleichmässiges Pressgut erhält, bei dem auch die Aufschliessung kräftig eingeleitet ist. Auf S. 35 ist ein allgemeiner Hinweis auf die Kosten dieses Verfahrens gegeben. Es steht zu befürchten, dass die vorherige Austrocknung des Sandes erhebliche Kosten verursachen wird.

Weiterhin bespricht die Schrift die verschiedenen Verfahren zur Härtung der Formlinge: das Lufterhärtungsverfahren, die Niederdruckdampferhärtung, die Hochdruckdampferhärtung, die elektrolytische Erhärtung, letztere nur erwähnungsweise, denn sie ist noch nicht gehörig ausgearbeitet.

Den Schluss bildet die Darstellung einer Anzahl von Ausführungsbeispielen. Der Gegenstand ist nur kurz berührt, der Artikel „Pressen“ zu kurz, um einen genügenden Ueberblick zu geben. Die angehängten Kostenrechnungen haben nur bedingten Wert.

Immerhin ist das Schriftchen zu empfehlen als erstes Orientierungsmittel für Interessenten, die sich der Kalksandsteinindustrie zuwenden wollen.

Unsicherheit im Patentschutz. Von Ingenieur *Karl Pieper*. Berlin, H. Walther, 1899.

Patentanwalt *Pieper* hat sich zur Spezialität gemacht, mit dem Patentamte zu polemisieren. Audiatur et altera pars! Hilft aber dieser polemische Ton etwas? Vielleicht doch in einer Hinsicht: der Leser ist z. B. so blasiert, dass er von der starken Würze angezogen wird. So ist es leider. Sachlich bringt *Pieper* abermals den Vorschlag, in Deutschland anstatt der Vorprüfung das Aufgebotverfahren, etwa nach dem englischen Muster, einzuführen. *P. K. v. E.*

Eingesandt.

Die Vorarbeiten für die *72. Versammlung Deutscher Naturforscher und Aerzte in Aachen* sind jetzt schon so weit gediehen, dass das allgemeine wissenschaftliche Programm feststeht. Montag den 17. September findet eine allgemeine Sitzung statt, in welcher ein Ueberblick über die Fortschritte der Naturwissenschaften und der Medizin im 19. Jahrhundert von hervorragenden Vertretern der Einzelfächer gegeben wird. — Es werden sprechen:

1. *van t-Hoff*-Berlin. Ueber die anorganischen Naturwissenschaften.
2. *O. Hertwig*-Berlin. Ueber die Entwickelung der Biologie.
3. *Naunyn*-Strassburg. Ueber die innere Medizin einschliesslich Bakteriologie und Hygieine.
4. *Chiari*-Prag. Ueber die pathologische Anatomie mit Berücksichtigung der äusseren Medizin.

Eine zweite allgemeine Sitzung findet Freitag den 21. September statt, in welcher einige zur Zeit die wissenschaftliche Welt bewegende Fragen besprochen werden:

1. *Julius Wolff*-Berlin. Ueber die Wechselbeziehungen zwischen Form und Funktion der einzelnen Gebilde des Organismus (mit Demonstrationen).
2. *E. von Drygalski*-Berlin. Plan und Aufgaben der deutschen Südpolarexpedition.
3. *D. Hansemann*-Berlin. Einige Zellprobleme und ihre Bedeutung für die wissenschaftliche Begründung der Organtherapie.
4. *Holzapfel*-Aachen. Ausdehnung und Zusammenhang der deutschen Steinkohlenfelder.

Mittwoch den 19. September tagen die medizinische und die naturwissenschaftliche Hauptgruppe getrennt.

In der medizinischen Hauptgruppe wird über den heutigen Stand der „Neuronenlehre“ in anatomischer, physiologischer und pathologischer Beziehung von den Herren *Verworn*-Jena und *Nissl*-Heidelberg ausführlich referiert.

In der naturwissenschaftlichen Hauptgruppe werden folgende Vorträge gehalten:

1. *M. W. Beyerink*-Delft. Der Kreislauf des Stickstoffes im organischen Leben.
2. *E. F. Dürre*-Aachen. Die neuesten Forschungen auf dem Gebiete des Stahls.
3. *Pietzker* Nordhausen. Sprachunterricht und Fachunterricht (vom naturwissenschaftlichen Standpunkt).

Die übrige Zeit ist der Arbeit in den 38 Abteilungen vorbehalten. Es sind schon über 300 Vorträge dazu angemeldet.

Gleichzeitig tagt eine Reihe wissenschaftlicher Vereine: die 5. Jahresversammlung des Vereins abstinenter Aerzte, der Verein für Schulhygieine u. a.

In Verbindung mit der Naturforscherversammlung findet eine *Ausstellung* physikalischer, chemischer und medizinischer Präparate und Apparate statt.

Ausstellung von Erfindungen zur Leipziger Messe.

Es ist eine in der dauernden Gewerbeausstellung zu Leipzig, als deren Ergänzung die Ausstellung von Erfindungen anzusehen ist, oft gemachte Wahrnehmung, dass gerade zur Messzeit die Nachfrage nach gewerblichen Neuheiten ganz besonders stark ist.

Aus diesem Grunde hat sich die Leitung der dauernden Gewerbeausstellung Leipzig entschlossen, Sonderausstellungen von Erfindungen während der Messzeit zu veranstalten. Um den Erfindern und Schutzinhabern möglichst entgegenzukommen, ist es gestattet, Zeichnungen, Modelle oder marktfertige Muster von geschützten Erfindungen zur Schau zu bringen. Da gewöhnlich nur einzelne und auch kleine Gegenstände auszustellen sind, so werden ganz kleine Plätze, und zwar von 1/4 qm an, zu einem sehr geringen Preise (4 Mark) ohne weitere Kosten abgegeben. Verkäufe von Erfindungen bezw. Schutzrechten werden von der Ausstellungsleitung kostenlos vermittelt.

Die *Polytechnische Gesellschaft*, Gewerbeverein für Leipzig, welche durch Gründung und Leitung der dauernden Gewerbeausstellung und verschiedener anderer Einrichtungen dem Gewerbe Nutzen geschafft, glaubt durch die Einrichtung der Sonderausstellung von Erfindungen zur Messzeit wiederum ein nützliches Glied in den Kreis ihrer Wirksamkeit eingefügt zu haben.

Zu betonen dürfte noch sein, dass das niedrige Eintrittsgeld (10 Pfg.), für welches die dauernde Gewerbeausstellung, deren schönes Gebäude die Erzeugnisse von etwa 400 Ausstellern umschliesst, zugänglich ist, auch während der Messzeit nicht erhöht wird, so dass die Ausstellung von Erfindungen jedem Schutzinhaber nützlich sein dürfte.

Arnold Bergsträsser Verlagsbuchhandlung (A. Kröner) Stuttgart.
Druck der Union Deutsche Verlagsgesellschaft ebendaselbst.



DINGLERS POLYTECHNISCHES JOURNAL.

81. Jahrg., Bd. 315, Heft 34. Stuttgart, 25. August 1900.

Jährlich 52 Hefte in Quart. **Abonnementspreis** vierteljährlich 6 M., direkt franko unter Kreuzband für Deutschland und Oesterreich 6 M. 65 Pf., für das Ausland 7 M. 30 Pf. Redaktionelle Sendungen und Mitteilungen bittet man zu richten: An die Redaktion von „Dinglers Polytechn. Journal" in Stuttgart, die Expedition betreffende Schreiben an Arnold Bergsträsser Verlagsbuchhandlung (A. Kröner) Stuttgart.



Preise für **Anzeigen:** 1spaltig: 1 mm Höhe bei 48 mm Breite 10 Pf., 2spaltig (96 mm Breite): 20 Pf., 3spaltig (144 mm Breite): 30 Pf., 4spaltig (192 mm Breite): 40 Pf. Bei 6, 13, 26, 52maliger Wiederholung 10, 20, 30, 40 Prozent Rabatt. — **Beilagen** bis 20 Gramm 30 Mark netto. — Alleinige Annahmestelle für Anzeigen und Beilagen bei der Annoncen-Expedition Rudolf Mosse, Berlin, Stuttgart und Filialen.

Die gebräuchlichen Automobilsysteme.

Von Professor **H. Bachner** in Stuttgart.

(Schluss des Berichtes S. 302 d. Bd.)

Dampfwagen.

Wir haben zu Ende des vorigen Kapitels den schienenlosen Fahrverkehr sozusagen unter Benzinwagen und Akkumulatorwagen verteilt, nicht aber ohne vorher darauf hinzuweisen, dass beide Konstruktionen noch recht weit von dem idealen Motorwagen entfernt bleiben, die eine wegen ihres unrationellen Betriebs und komplizierten Uebertragungsmechanismus, die andere wegen der Unvollkommenheit der Energieversorgung.

Dies ist trotz der relativen Brauchbarkeit beider Wagensysteme Anlass genug, die Konstrukteure und Erfinder zu weiterem Suchen anzuspornen mit dem Ziel, entweder das Vorhandene zu vervollkommnen, oder aber neuartige Konstruktionen für das Automobil zu ersinnen bezw. dienstbar zu machen.

Hierher gehören die mannigfachen Versuche, den Explosionsmotor im Zweitakt arbeiten zu lassen, Benzin- und Petroleumturbinen nach Art der Dampfturbine zu erfinden, einen Akkumulator mit höherer elektromotorischer Kraft herzustellen (Zink-Kupferakkumulator) und vieles andere. Selbst die ernsthafteren Bestrebungen dieser Art, insbesondere der Zweitaktmotor, die Anpassung des Diesel-Motors an die Bedürfnisse des Automobilwesens, der von Prof. *Raoul Pictet* vorgeschlagene Luft-Dampfmotor haben aber bisher keinen endgültigen Erfolg aufzuweisen.

Fig. 111.
Zweisitziger Serpollet-Wagen.

Dagegen tritt uns in verjüngter Gestalt die alte bekannte Dampfmaschine wieder entgegen, deren vorzügliche Eigenschaften als Fahrzeugmotor wir eingangs erwähnten, ebenso wie ihren Hauptmangel, den mitzuschleppenden Kessel nebst Brennstoffvorrat. Die Bestrebungen, die Dampfmaschine zu einem brauchbaren Automobilmotor auszubilden, traten einige Zeit in den Hintergrund, als der Benzinmotor mit seinem geringen Betriebsgewicht als übermächtiger Gegner aufgetreten war, wurden aber energisch wieder aufgenommen, als nun ihrerseits die Mängel des Benzinmotors fühlbar wurden. Durch rastlose Thätigkeit hauptsächlich seitens amerikanischer Konstrukteure ist es anscheinend gelungen, Dampfautomobilen herzustellen, die, wie der *Serpollet*-Wagen (Fig. 111) zeigt, auch hinsichtlich geringen Gewichts und leichter Bauart mit den Benzinwagen konkurrieren können; schwere Fahrzeuge für den Transport grösserer Lasten oder einer bedeutenden Anzahl von Personen wurden in lokomotivähnlicher Bauart schon vorher hergestellt und versahen ihren Dienst zur Zufriedenheit.

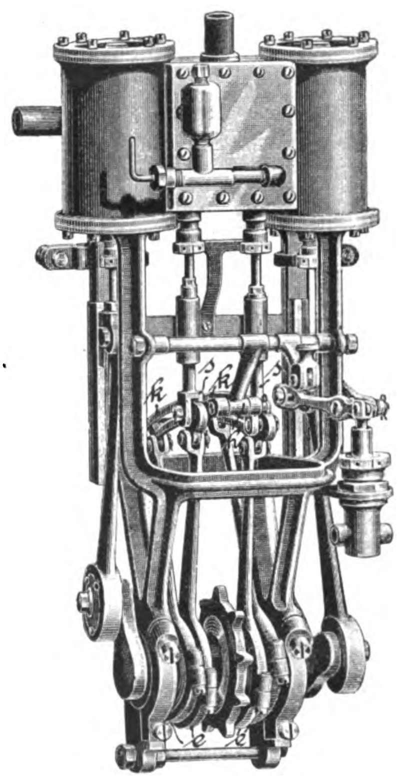


Fig. 112.
Zwillingsmotor des Automobils „Lokomobile".

Wir wollen im folgenden die Hauptteile der modernen Dampfwagen kurz besprechen und dabei insbesondere hervorheben, wodurch es gelungen ist, auch Wagen leichtester Bauart zu konstruieren.

I. Motor und Fahrgetriebe.

Die Motoren dieser Dampfmaschinen besitzen ausnahmslos mindestens zwei Cylinder und sind einfach- oder doppeltwirkend ausgeführt, mit einstufiger oder zweistufiger Expansion. In der Regel findet sich der doppeltwirkende Zwillingsmotor mit um 90° versetzten Kurbeln, welcher bekanntlich in jeder Stellung anläuft. Die einzelnen Teile dieser Bauart gehen sehr deutlich aus Fig. 112 [1]) hervor: die beiden oben

[1]) Motor des Dampfwagens „Lokomobile" (englische Patente von *Barker, Overman, Bullard, Springqueld*).

liegenden Cylinder gleicher Grösse in vertikaler Anordnung arbeiten auf eine Kettenradvorgelegewelle, das Kettenrad sitzt in der Mitte, daneben beiderseits die Steuerexzenter,

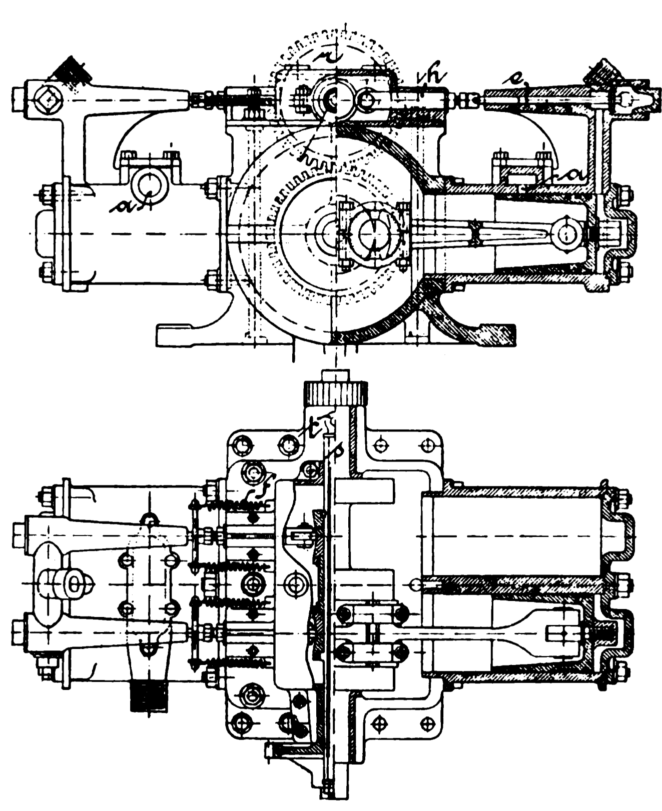
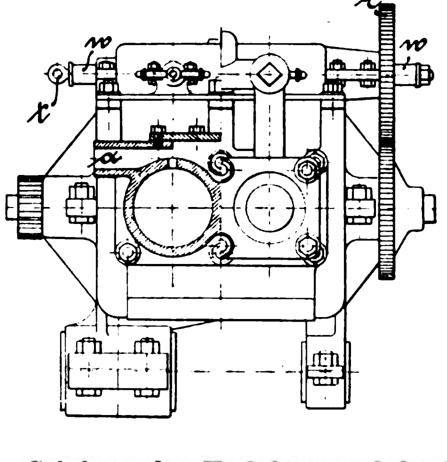


Fig. 113.
Viercylindriger Serpollet-Motor.

ausserhalb der Lager die beiden Kurbeln. Der rechtsseitige Kolben betreibt nebenbei die kleine Kesselspeisepumpe.

Um die Stopfbüchsen zu vermeiden, ziehen manche Konstrukteure die einfachwirkende offene Bauart vor, so *Serpollet* bei seinem Viercylindermotor[2]) Fig. 113, welcher in horizontaler Anordnung jederseits der Welle zwei einfachwirkende Kolben besitzt, die an zwei unter 90° versetzten Kurbeln angreifen; dieser Motor ist also, was das Anfahren anlangt, dem Zwillingsmotor gleichwertig, baut sich auch kaum länger, da die Kolbenstange fortfällt; dagegen konnte, wie die Figur zeigt, die Steuerung sehr vereinfacht werden. Hervorzuheben ist gegenüber Fig. 112 die vollkommen geschlossene Bauart, die wir bereits bei Benzin- und Elektromotor als sehr wertvolle Eigenschaft hervorgehoben haben. Die vier Kolben arbeiten paarweise auf nur zwei Kurbeln, wobei je ein Paar einander genau gegenüberliegt. Dies ist ohne



Gabelung der Kurbelstange dadurch erreicht, dass das Kurbelzapfenlager beiden Stangen gleichzeitig angehört. Beim Motor *Clarkson-Capel* ging man sogar zu sechs Cylindern mit einfacher Wirkung über, die, wie Fig. 114[3]) erkennen lässt, auf nur eine einzige Kurbel arbeiten. Hervorzuheben ist auch hier die geschlossene Bauart, sowie die sorgfältig durchgeführte Kugellagerung; ein weiterer Vorteil liegt in dem nahezu konstanten Drehmoment, da auf eine Umdrehung sechs Kraftwirkungen entfallen. Dagegen ist ein Massenausgleich so wenig[4]) wie bei den übrigen bisher erwähnten Konstruktionen vorhanden, vielmehr ergibt die Anordnung eine Rotation des gemeinsamen Massenschwerpunkts um die Kurbelwelle nach Art eines elektrischen Drehfeldes.

Trotz der relativen Kleinheit der von den Motoren verlangten Leistung ist man darauf verfallen, auch Maschinen mit abgestufter Expansion zu bauen. Fig. 115[5]) stellt eine Konstruktion der *Liquid Fuel Co.* dar mit zweistufiger Expansion; ebenso benutzt die *Steam Carriage*

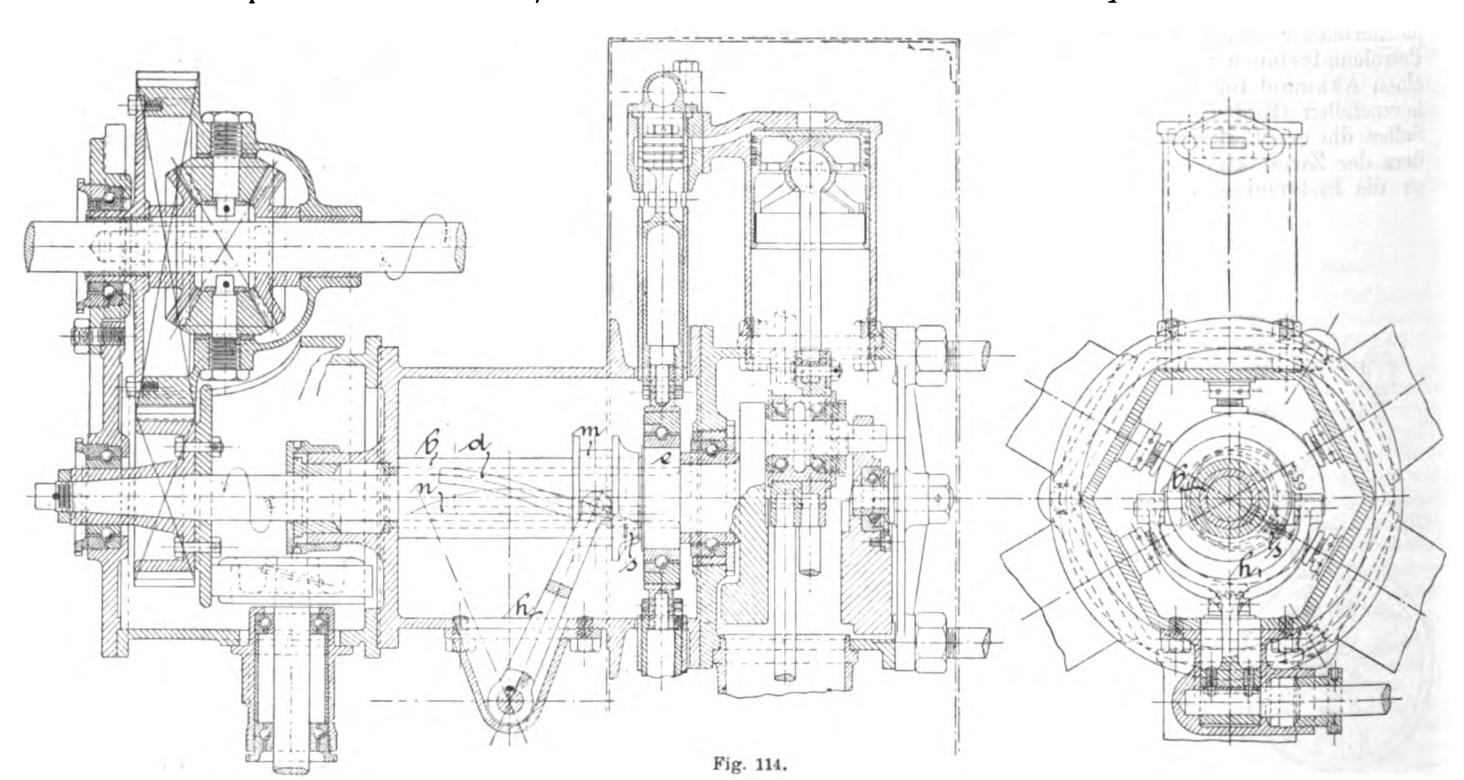


Fig. 114.
Sechscylindriger Motor von Clarkson-Capel.

[2]) *Revue industrielle,* 3. Dez. 1898.

[3]) *Industries and Iron,* 25. Nov. 1898.

[4]) In *Revue industrielle* vom 16. Sept. 1899 vermutet der Berichterstatter, dass der Motor, an einem Seil aufgehängt, bei voller Geschwindigkeit ruhig arbeiten würde.

[5]) *Revue industrielle,* 23. Sept. 1899.

and Wagon Co. Zweifachexpansionsmaschinen, und die Firma *Coulthard und Co.* in Preston versteigt sich sogar zu dreistufiger Expansion bei einem Motor von 14 PS effektiver Leistung! Der Nutzen dieser Konstruktion darf um so mehr bezweifelt werden, als man seltsamerweise darauf verzichtete, von der Elastizität des Dampfmotors gegenüber weitgehender Leistungsänderung Gebrauch zu machen, sondern nach dem Vorbild der Benzinmotoren drei Uebersetzungsgetriebe nebst einem Friktionsrückfahrtvorgelege anordnete. Dagegen ist anzuerkennen, dass durch geeignete Versetzung der drei Kurbeln ein weitgehender Massenausgleich versucht wurde.

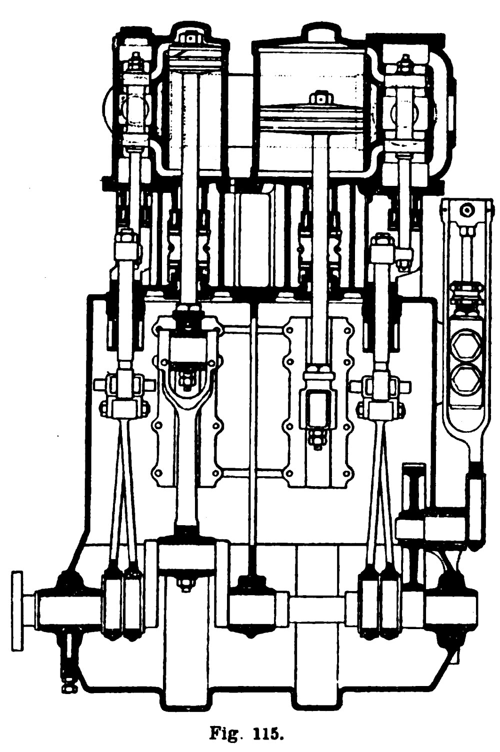


Fig. 115.
Lifu-Motor mit zweistufiger Expansion von der Liquid Fuel Co.

Die Maschinen mit abgestufter Expansion bedürfen wie bei den entsprechend gebauten Lokomotiven einer Anfahrvorrichtung, darin bestehend, dass man durch ein Ventil gegebenenfalls den Kesseldampf direkt dem Niederdruckcylinder zuführt; schon mit Rücksicht auf diese Komplikation dürfte für die kleinen Automobilmotoren die Zwillingsanordnung vorzuziehen sein.

Im übrigen ist zu beachten, dass auch beim Dampfmotor im Hinblick auf die durch die Rücksicht auf möglichst geringes Gewicht bedingte hohe Umdrehungszahl der direkte Antrieb der Triebräder unausführbar erscheint; es wird vielmehr stets eine geeignete Uebersetzung mit einem Vorgelege gewählt, die in der Regel als Kettengetriebe erscheint, aber bisweilen auch durch Stirnräder ausgeführt wird, wie beim *Serpollet*-Motor (Fig. 113) und *Clarkson-Capel*-Motor (Fig. 114). Dass in Ausnahmefällen[6]) die Fahrgeschwindigkeit durch variable Uebersetzungsgetriebe verändert wird, wurde soeben erwähnt; die übrigen Konstrukteure ziehen mit Recht die altbewährte Methode vor, die Füllung des Cylinders mit Hilfe einer geeigneten Steuerung zu verändern.

II. Steuerung; Regulierung der Fahrgeschwindigkeit.

Die Anpassung der Motorleistung an Fahrgeschwindigkeit und Fahrwiderstand, die bei den Benzinmotoren keine vollkommene Lösung gefunden hat, beim Elektromotor wenigstens in Abstufungen gut bewerkstelligt werden kann, freilich mittels eines immerhin noch recht komplizierten Apparates, des Fahrschalters, lässt sich beim gewöhnlichen Dampfmotor in sehr einfacher Weise mit Hilfe der Steuerung durchführen.

Die Steuerung hat bekanntlich in erster Linie die Aufgabe, den jeweils arbeitenden Cylinderraum abwechselnd mit Energie zu versorgen und danach wieder zu entleeren, was ebensowohl durch Schieber wie durch Ventile erreicht werden kann.

Mit Ventilsteuerung ist beispielsweise der viercylindrige *Serpollet*-Motor versehen (Fig. 113), da wenigstens der Dampfeinlass durch einfache, von einer rotierenden Welle mittels unrunder Scheiben gesteuerte Ventile bethätigt wird. Diese Welle besitzt, der einfachen Cylinderwirkung entsprechend, dieselbe Umdrehungszahl wie die Kurbelwelle; den Schluss des Ventils besorgen je zwei, an einer kleinen Traverse der Ventilstange angreifende Federn f, der Auslass besitzt keine besondere Steuerung, sondern erfolgt in der Zeit, während welcher der Kolben in der Nähe seiner vorderen Totlage die Oeffnung a freigibt.

Die übrigen bisher erwähnten Motoren werden sämtlich durch Schieber gesteuert, und zwar arbeiten der Zwillingsmotor des Wagens „Lokomobile" (Fig. 112) und Hoch- und Niederdruckcylinder des Motors der *Steam Carriage and Wagon Co.* mit Flachschiebern, die übrigen (Fig. 114 und 115) mit Kolbenschiebern, die ganz in der gebräuchlichen Anordnung ihren Antrieb durch Exzenter von der Kurbelwelle aus erhalten.

Soll die Leistung des Motors nun verändert, z. B. vergrössert werden, so ist bekanntlich, vorausgesetzt, dass Vollfüllung noch nicht erreicht ist, nur erforderlich, die Einlassöffnung entsprechend länger offen zu halten, bei einer Verringerung der Leistung umgekehrt. Soll der Wagen rückwärts fahren, so wird der Motor umgesteuert, d. h. es wird das Steuerorgan durch eine geeignete Vorrichtung in eine solche Lage gebracht, dass die Dampfverteilung sich umkehrt.

Die gebräuchlichste derartige Vorrichtung, welche die erwähnten verschiedenen Funktionen der Steuerung, richtige Dampfverteilung, Verlängern und Verkürzen der Eintrittsperiode und Umkehren der Dampfverteilung in einem recht einfachen Apparat vereinigt, ist die Kulissensteuerung, häufig in der schon von *Stephenson* angegebenen Form benutzt, die aus Fig. 112 ersichtlich ist: die Stangen zweier unter 180° versetzter Exzenter e greifen an der einen Rahmen darstellenden Kulisse k an, in welcher das Ende der Schieberstange s so gelagert ist, dass die Kulisse darüber hinweggeschoben werden kann, wenn man den sie festhaltenden Hebel h entsprechend bewegt. In den Endstellungen entspricht der Schieberausschlag der Exzentrizität, ist also am grössten und gibt grösste Füllung; in der Mittelstellung bleibt der Schieber unbewegt, in den Zwischenstellungen sind die verschiedenen Teilfüllungen einstellbar, und zwar in stetiger Folge, so dass jede beliebige Fahrgeschwindigkeit innerhalb der möglichen Grenzen hergestellt werden kann. Entspricht ferner das Bereich Mittel- bis Endstellung der einen Kulissenseite dem Vorwärtsgang, so bringt eine Verschiebung über das Mittel hinaus die umgekehrte Dampfverteilung für den Rückgang.

Der Zweicylindermotor braucht vier solcher Steuerexzenter, wie aus den Fig. 112 und 115 zu ersehen ist, ein Zuwachs an bewegten Teilen, der nicht nur merkliche Reibungsverluste im Gefolge hat, sondern insbesondere auch befürchten lässt, dass bei der raschen Bewegung dieser schwingenden Massen störende Stösse auftreten. Es verdienen daher Konstruktionen, welche diese Mängel beseitigen oder wenigstens auf ein Minimum reduzieren, aus demselben Grund unser Interesse, wie früher unter den elektrischen Zündsteuerungen die Konstruktion von *Bosch*[7]).

Bei Anwendung von Schiebersteuerung gelingt die Reduktion der bewegten Steuerteile durch Benutzung eines drehbaren Exzenters, wie solche bei raschlaufenden stationären Maschinen häufig in Verbindung mit einem Schwungachsenregulator angeordnet werden. Eine ähnliche, von Hand verstellbare Konstruktion wurde von *Clarkson-Capel* bei dem sechscylindrigen-Motor Fig. 114 zur Anwendung gebracht mit der folgenden Wirkungsweise:

Auf der Kurbelwelle sitzt, mit ihr fest verkeilt, die

[6]) Auch der *Serpollet*-Omnibus auf dem Concours international des poids lourds 1898 besass neben weitgehender Füllungsregulierung zwei Uebersetzungsgetriebe, siehe *Le Génie civil*, 5. August 1899 S. 226.

[7]) *D. p. J.*, 1900 315 * 82.

mit einer Längsnut *n* versehene Büchse *b*, auf der letzteren lose drehbar das Exzenter *e*, dessen büchsenartig verlängerte Nabe eine als steile Schraubennut erscheinende Durchbrechung *d* trägt. Die Muffe *m* greift mit einem bis in Nut *n* hinabreichenden Stift *s* durch die Exzenterbüchse und verursacht infolgedessen bei einer durch den Hebel *h* bewerkstelligten Längsverschiebung eine relative Verdrehung zwischen Welle und Exzenter, wodurch Regulierung und Umsteuerung bethätigt werden.

Einige Zwischenglieder mehr erfordert die Steuerung des Dreifachexpansionsmotors System *Coulthard und Co.*[8]). Um die der Kurbelwelle parallel gelagerte Steuerwelle *w* (Fig. 116) rotiert gegenläufig durch Vermittelung dreier Kegel-

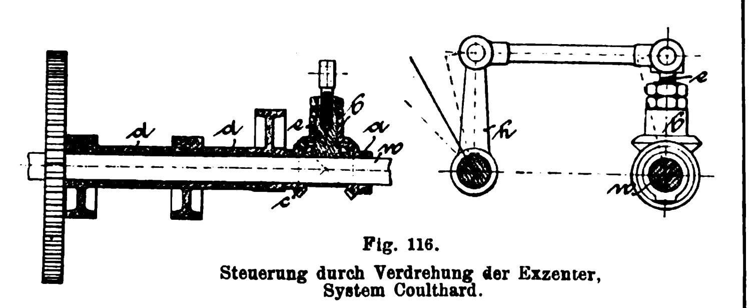


Fig. 116.
Steuerung durch Verdrehung der Exzenter, System Coulthard.

räder *a b c*, von denen das erste mit der Steuerwelle verschraubt ist, eine lange, die drei Exzenterkörper tragende Büchse *d*. Aus jeder Verdrehung der Achse *c* von Rad *b* mittels des Hebels *h* resultiert eine Relativverdrehung der Büchse gegen die Steuerwelle um den doppelten Winkelbetrag, je nach dem Bewegungssinn als Vor- oder Nacheilen auftretend.

Die geringste Massenwirkung wird indessen bei dem *Serpollet*-Motor (Fig. 113) zu konstatieren sein. Auch hier ist, wie bei Ventilsteuerung ja stets üblich, eine besondere Steuerwelle *w* vorhanden, welche in ihrem Antriebsrad *r* längsverschieblich mit Nut und Federkeil gelagert ist. Die als Sektoren von Doppelkegeln gestalteten Einlassnocken werden infolge der Verschiebung längere oder kürzere Zeit

Als besonderer Vorzug der geteilten Ein- und Auslasssteuerung erscheint beim *Serpollet*-Motor noch die hohe Kompression (man beachte die Lage der Ausströmöffnung *a*; bei zu hohem Ansteigen der Kompressionsspannung öffnet sich das Einlassventil selbstthätig), welche wegen des dadurch erzielten ruhigen Ganges für alle Schnellläufer wünschenswert ist, bei der Schiebersteuerung mit verdrehbarem Exzenter aber nicht bis zu der erforderlichen Höhe gebracht und auch für die verschiedenen Füllungen nicht konstant gehalten werden kann, weil sie hier von dem Voreilwinkel abhängig bleibt.

III. Kessel.

Der Kessel ist für das Dampfautomobil in mehr als einer Hinsicht das, was der Akkumulator dem Elektromobil, ein Energiebehälter, von dessen tadellosem Funktionieren die Ausführbarkeit einer Fahrt abhängt, dessen richtige Behandlung aber keineswegs so einfach ist, als es im Interesse ungestörten Betriebs wünschenswert wäre.

Das Vorbild des Dampfwagens, die Lokomotive, hat auch bezüglich des Kessels teilweise als Modell gedient, trotzdem bei Gebrauch von Flammröhren die rationelle Ausnutzung der Brennstoffwärme an eine bedeutende Länge dieser Röhren gebunden ist, für die beim Motorwagen weder bei horizontaler noch bei vertikaler Anordnung der erforderliche Raum vorhanden ist.

Die hierher gehörenden amerikanischen Konstruktionen (*Stanley, Crough, Barker*) besitzen stets vertikale Anordnung, sind aber infolgedessen bei der geringen Röhrenlänge um so weniger zu empfehlen, als dann die fast ungehindert geradlinig nach oben durchfliegenden Heizgase sehr viel Wärme unbenutzt mit fortführen.

Die Bauart dieser Kessel gestaltet sich, wie Fig. 117 zeigt, freilich sehr einfach; zwischen die Böden des cylindrischen Kessels sind eine grosse Zahl (im vorliegenden Fall 108) kupferne Flammröhren eingezogen, welche im Verein mit der kupfernen Feuerraumdecke 4,65 qm Heizfläche ergeben. Der Kessel fasst 400 l Wasser und ist für 13,5 at Betriebsspannung und eine Maschinenleistung von etwa 6 PS gebaut.

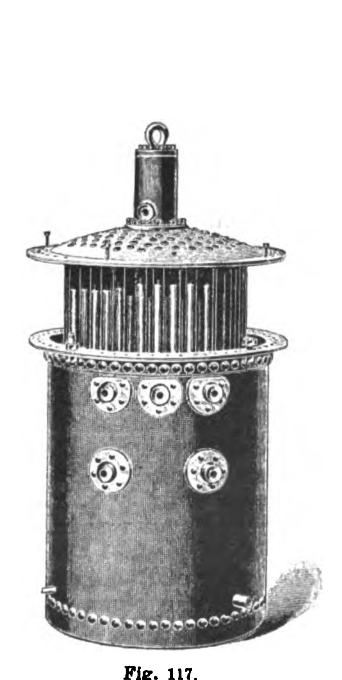


Fig. 117.
Flammröhrenkessel von Leyland.

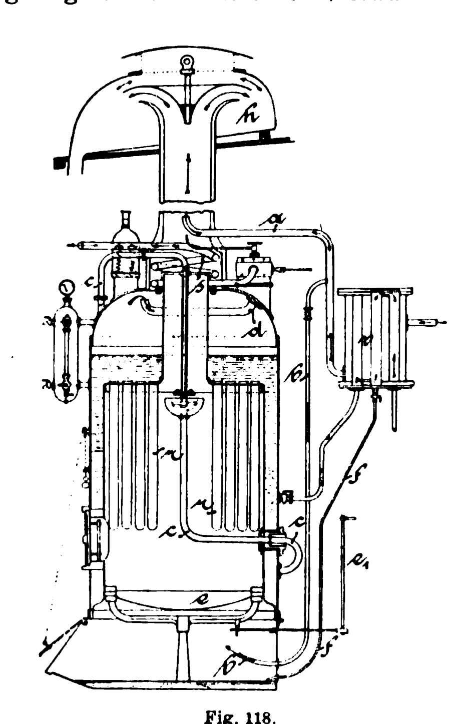


Fig. 118.
Wasserröhrenkessel System Field.

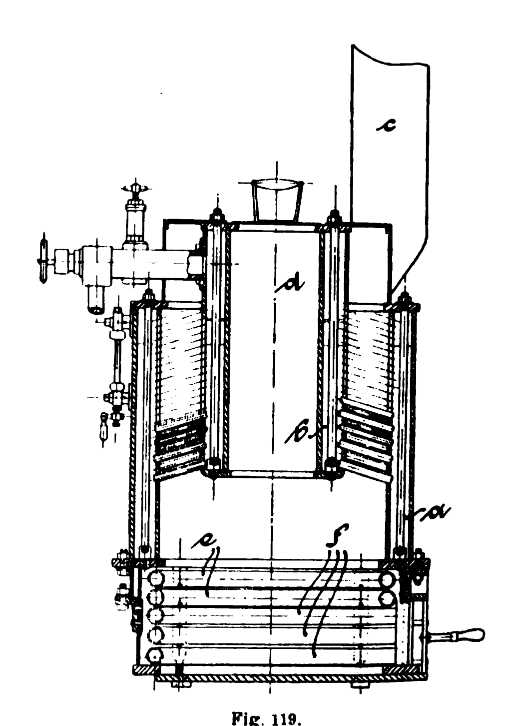


Fig. 119.
Wasserröhrenkessel System De Dion et Bouton.

auf die Ventilstange wirken, schliesslich den Sinn der Dampfverteilung sogar umkehren. Zur Ermöglichung der Längsverschiebung rotiert die hohle Steuerwelle um eine leichte Stange *s*, an deren Ende *t* das Reguliergestänge angelenkt wird.

Im Prinzip gleiche Konstruktion wie dieser zum *Break Leyland*[9]) gehörige Kessel zeigt der Kessel des oben bereits erwähnten Dampfwagens „Lokomobile“. Er besitzt eine Höhe und einen Durchmesser von je 356 mm, 298 kupferne Flammröhrchen und eine totale Heizfläche

[8]) *Revue industrielle*, 11. Nov. 1899.

[9]) *Le Génie civil*, 5. Aug. 1899.



von 3,9 qm und wiegt 48 kg. Seine Betriebsspannung ist etwa 11 at, die normale Maschinenleistung 4 bis 5 PS; zur Erhöhung der Festigkeit ist die Kesselwand mit Stahldraht umwickelt.

Eine wesentlich bessere Ausnutzung dürften die Kessel des Wasserröhrensystems aufweisen, zu denen auch der *Serpollet*-Kessel gezählt werden darf.

Bei dem für schwere Lasten bestimmten Wagen von *Scotte* hat ein Kessel [10]) *Field*'scher Bauart Verwendung gefunden (Fig. 118) in ähnlicher Konstruktion, wie sie wegen ihrer Eigenschaft, sehr rasches Anheizen zu gestatten, auch bei Dampfspritzen Verwendung findet. Der stehend angeordnete Kessel mit relativ geringem Wasserraum umgibt den cylindrischen Feuerraum, gleichzeitig sich noch über denselben hinziehend. In die Decke des letzteren sind die bekannten *Field*'schen Röhren *r* derart eingehängt, dass sie frei in die Feuerung hineintreten. Zur Ermöglichung einer energischen Zirkulation sind in diese Röhren noch entsprechend dünnere, konzentrische Röhren eingeschoben, in denen das Wasser nach unten strömt, um dann aussen in lebhafter Verdampfung nach oben zu entweichen.

Das vom untersten Ende des Wasserraums zentral durch Feuerkiste und Kamin geführte, von oben wieder in den Dampfraum mündende Rohr *c* soll die Temperaturdifferenzen ausgleichen, welche beim Speisen des Kessels entstehen; die in diesem heissesten Rohre besonders lebhafte Verdampfung wird nämlich benutzt, um das aus dem Vorwärmer *v* eintretende Speisewasser, welches in den untersten Teil des Kessels hinabsinkt, dort wegzuführen, damit schädliche Dehnungen infolge Ungleichheiten der Temperatur vermieden werden.

Ausserdem besitzt dieser Kessel noch die folgenden bemerkenswerten Einrichtungen: Der durch das Dampfsammelrohr *d* dem Kessel entnommene Dampf wird nochmals in der Spirale *s* von den Abgasen umspült, getrocknet bezw. überhitzt; der Abdampf wird zur Verstärkung der Zugwirkung in die Esse geblasen (Rohr *a*), kann aber auch teilweise durch Rohr *b* unter den Schüttelrost *e* geblasen werden; das Kondensat des Abdampfes aus dem Vorwärmer wird dem Aschkasten durch Rohr *f* zugeleitet, um Funken und glühende Schlackenteile zu löschen; die Abgase passieren eine Schutzhaube *h* mit Zwischenwänden und Sieb, zu dem Zweck mitgerissene Funken zurückzuhalten und den eingeblasenen Abdampf nicht sichtbar austreten zu lassen.

Der *De Dion et Bouton*-Kessel [11]) (Fig. 119) besitzt zwei Wasserkammern *a* und *b* mit ringförmigem Querschnitt; die beiden sind durch eine grosse Zahl schräg geneigter kurzer Wasserröhren miteinander verbunden, während die Feuergase, diese Röhren umspülend, zwischen ihnen nach oben zur Esse *c* abziehen; der mittlere, für gewöhnlich oben abgeschlossene Raum *d* dient zum Einfüllen des Brennmaterials; unten im Feuerraum liegen die Vorwärmschlange *e* und die Ueberhitzerschlange *f*. Dieser für einen schweren Omnibus bestimmte Kessel liefert mit 0,18 qm Rostfläche und 6,45 qm Heizfläche Dampf von 14 at normaler Spannung für eine 30pferdige Dampfmaschine.

Im Prinzip identisch, in der Ausführung wesentlich verschieden sind die den Schiffskesseln nachgebildeten Wasserröhrenkessel (Fig. 120 und 121). Charakteristisch sind ihnen die im Vergleich zu Fig. 119 sehr langen, mehr oder weniger gekrümmten Röhren, welche die beiden vertikal übereinanderliegenden Wasserkammern verbinden und bei diesen Kesseln in mehreren konzentrischen Reihen dicht nebeneinander eingezogen sind. Das System *Thornycroft* (Fig. 120) wird von der *Steam Carriage and Wagon Co.* verwendet, der Kessel Fig. 121 für den „*Lifu*"-Motor [12]) (*Liquid Fuel Engineering Co.*); demselben Typus gehört auch der *Gillet*-Kessel an.

Eine ganz eigenartige Form hat *Serpollet* unter Aufstellung eines völlig neuen Prinzips seinem Wasserröhrenkessel gegeben. Derselbe enthält weder einen Wasser- noch einen eigentlichen Dampfraum, besteht überhaupt nur aus einer fortlaufenden Reihe von Röhren, welche einerseits mit der Speisepumpe, andererseits mit dem Einlassorgan der Dampfmaschine kommunizieren, und die kontinuierlich arbeitende Pumpe drückt jeweils nur so viel Wasser in diese Röhren, als momentan an Dampf benötigt wird. Auf

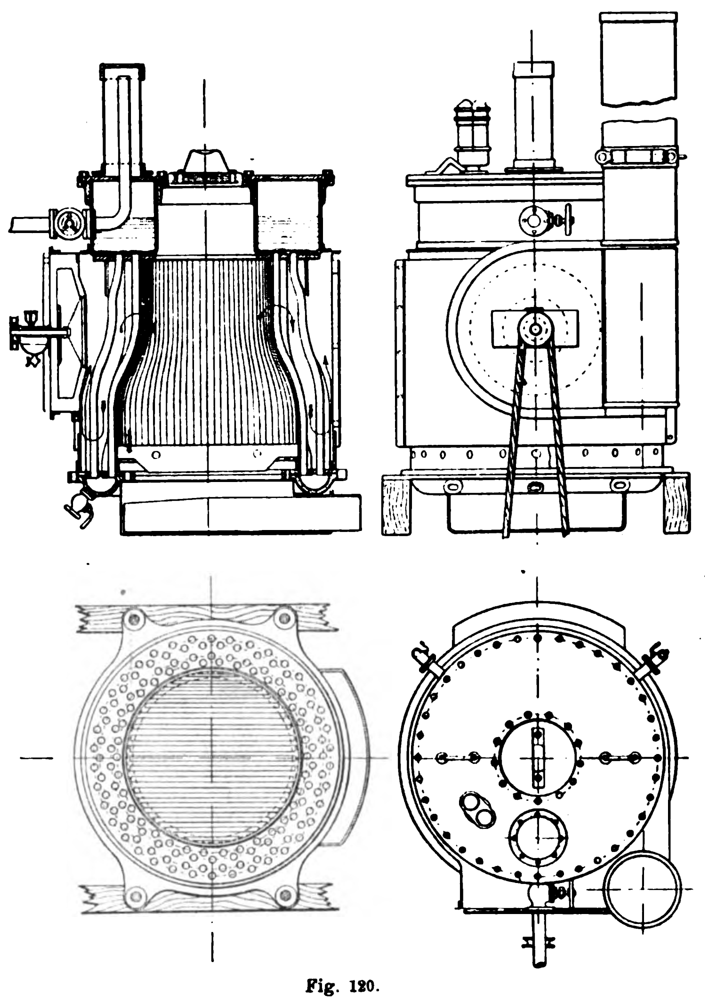


Fig. 120.
Wasserröhrenkessel System Thornykroft mit künstlichem Zug.

diese Weise wird erreicht, dass der Dampferzeuger bei grosser Sicherheit gegen Explosionsgefahr ein sehr geringes Gewicht und Volumen erhält.

Aus Fig. 122 [13]) und 123 [14]) ersieht man, dass an die Stelle des Kessels ein doppelwandiger, zum Schutz gegen Wärmestrahlung mit Asche ausgefütterter, prismatischer Blechkasten getreten ist, in welchem die hin und her gewundenen Rohrschlangen in bestimmter Gruppierung so übereinander lagern, dass sämtliche Verbindungen ausserhalb des Feuerraums in der Kammer *k* untergebracht werden konnten.

Für die richtige Wirkungsweise ist es erforderlich, dass das Wasser in sehr kurzer Zeit zur Verdampfung gebracht werden kann, soll anders die Eintrittsspannung des Motors aufrecht erhalten werden. Deshalb benutzt *Serpollet*, soweit diese Verdampfung in Betracht kommt, flach zusammengedrückte Röhren sehr geringen Volumens, die zur Erzielung der erforderlichen Steifigkeit entweder in sich verwunden (Fig. 122) oder bogenförmig eingedrückt

Fig. 121.
Lifu-Kessel; Schiffskesseltype.

[10]) *Industries and Iron*, 25. Nov. 1898. Auch der in *D. p. J.* 1898 310 * 91 beschriebene Kessel des *Cross*-Wagens dürfte hierher gehören.

[11]) *Le Génie civil*, 1899 S. 141.

[12]) *Industries and Iron*, 25. Nov. 1898.

[13]) *Revue industrielle*, 3. Dez. 1898.

[14]) *Le Génie civil*, 5. Aug. 1899.

sind (Fig. 123) oder aber im Innern durch ein konzentrisch eingeschobenes Rohr bis auf einen sehr schmalen Zwischenraum ausgefüllt werden. Die untersten Rohrreihen *u* (Fig. 122) mit normalem Querschnitt dienen als Vorwärmer, gleichzeitig infolge ihrer im Hinblick auf die Wasserfüllung grössten Wärmeaufnahmefähigkeit als Schutzwand für die Verdampferschlangen *m*, in welche sie das vorgewärmte Wasser überführen. Aus der obersten

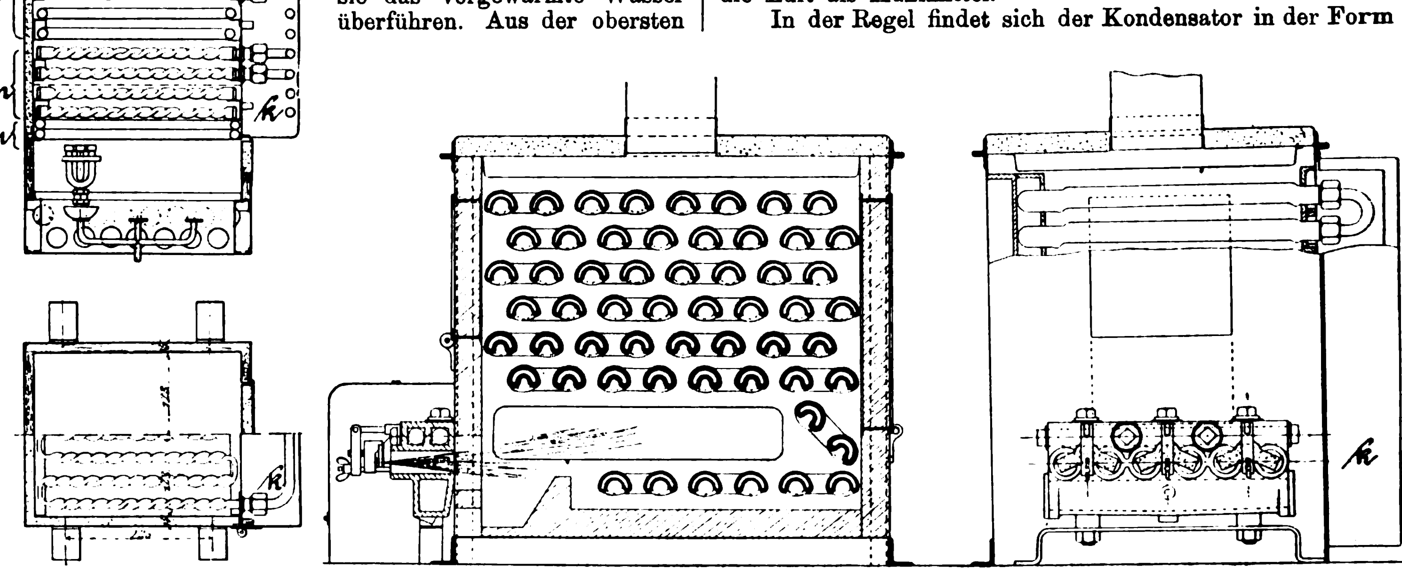


Fig. 122.
Serpollet-Kessel: Brenner unterhalb der Rohrleitungen.

Fig. 123.
Serpollet-Kessel mit seitlichen Brennern.

Reihe dieser Röhren tritt der noch nasse Dampf in die oberste Gruppe *o* von oben ein, wird getrocknet und geht schliesslich in überhitztem Zustand zur Dampfmaschine. In Fig. 123 sind nur die bogenförmig gestalteten Querschnitte benutzt, doch wurde für die heissesten Stellen grössere Wandstärke ausgeführt.

Für den grösseren, für einen Motor von 15 PS normaler Leistung bestimmten Kessel (Fig. 123) finden sich die folgenden Angaben: normale Spannung 15 bis 16 at, Heizfläche 7 qm, Fassungsraum nur 7 bis 8 l, mittlere Leistung 200 kg überhitzten Dampfes von etwa 350° C. Temperatur, Gewicht 1250 kg. Der kleinere Kessel (Fig. 122) für eine 4pferdige Motorleistung hat nur 0,92 qm Heizfläche; sein geringer Raumbedarf erhellt aus den Aussenmassen: 534 mm Höhe, 412 mm Länge, 279 mm Breite, wodurch die für einen Dampfwagen sehr kompendiöse Bauart (Fig. 111) ermöglicht wurde.

Nach ähnlichen Grundsätzen scheint auch der *Le Plant*-Kessel konstruiert zu sein.

Während man für stationäre Dampfmaschinen von relativ so geringer Leistung wohl sehr häufig eine Kondensation nicht einrichten würde, sieht man sich beim Dampfautomobil aus verschiedenen Gründen dazu gezwungen. Schon das lästige Auspuffgeräusch und die insbesondere bei feuchter Witterung auftretenden Dampfwolken wären mit Rücksicht auf die Anforderungen des Strassenverkehrs Veranlassung genug, den Auspuffdampf zurückzuhalten; viel wichtiger sind indessen die Rücksichten, welche man auf die Schwierigkeit der Beschaffung ausreichenden und brauchbaren Speisewassers nehmen muss, liegt doch hierin eine der Hauptschwierigkeiten für den Dampfbetrieb bei Automobilen.

Sieht man sich demnach nun in die Lage versetzt, einen Konsensator anwenden zu müssen, so steht man damit sofort vor der zweiten Schwierigkeit, wie diese Kondensation durchzuführen sei; Einspritzkondensation ist natürlich ausgeschlossen, weil ja die erforderlichen Kaltwassermengen während der Fahrt nicht beschafft werden können, und an die z. B. auf Schiffen gebräuchliche Oberflächenkondensation mit Wasserkühlung ist aus demselben Grund überhaupt nicht zu denken.

So bleibt dem Konstrukteur nichts anderes übrig, als zu demselben Notbehelf zu greifen, auf den wir bereits bei der Cylinderkühlung des Benzinmotors gestossen sind: er führt zwar einen Oberflächenkondensator aus, benutzt aber die Luft als Kühlmittel.

In der Regel findet sich der Kondensator in der Form von Rohrschlangen an einer der Luft frei zugänglichen Stelle angebracht, bei omnibusähnlichen Wagen z. B. auf dem Wagendach, in anderen Fällen unter oder vor dem eigentlichen Wagengestell. Die letztere Anordnung findet man bei den Automobilen des Systems *Clarkson-Capel*, dessen Motor wir oben in Fig. 114 kennen gelernt haben. Dieser Kondensator (Fig. 124) weist eine Besonderheit auf, nämlich eine künstlich verstärkte Luftbewegung durch Benutzung eines Ventilators, welcher vom Motor aus durch Riemen angetrieben wird und die Luft durch das Rohrgitter des unmittelbar vor ihm stehenden Kondensators hindurchbläst. Die Kühlröhren sind behufs Vergrösserung der wärmeableitenden Oberfläche mit Drahtspiralen umwickelt, und auch die Zuleitungen zum Kondensator wurden

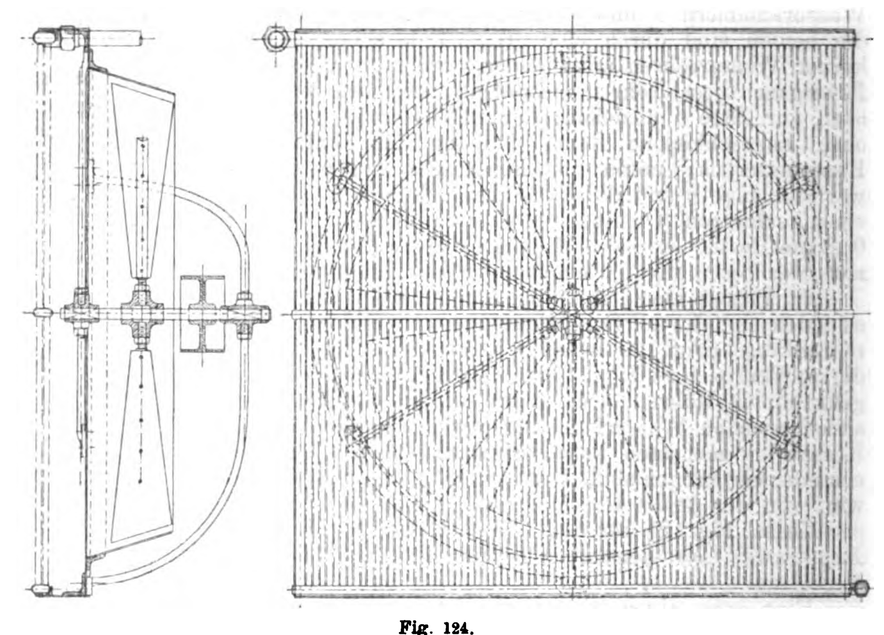


Fig. 124.
Röhrenkondensator mit Luftkühlung mittels Ventilator; System Clarkson-Capel.

dadurch, dass man ihnen eine grosse Länge gab, zur Kühlung mit herangezogen[15]).

Selbstverständlich gelingt es auf dem vorbeschriebenen Weg nicht, sämtlichen Arbeitsdampf zu kondensieren und dem Kessel wieder zuzuführen, weil eben die Kühlung nur unvollkommen wirkt. Hieraus ergibt sich nicht nur die Notwendigkeit, einen Vorratsbehälter für Speisewasser mitzuführen, sondern auch der Uebelstand, dass man unter Umständen während der Fahrt Wasser aufnehmen muss; dies ist besonders bedenklich im Hinblick auf die mechanischen und insbesondere chemischen Verunreinigungen, welche in den engen Wasserröhren sehr bald Störungen hervorrufen würden, denn diese empfindlichen Konstruktionen sollten eigentlich nur mit destilliertem Wasser gespeist werden.

Ist übrigens die Angabe richtig, dass es mittels des *Clarkson-Capel*-Kondensators gelingt, die dem Auspuff schliesslich noch zuzuführende Dampfmenge so gering zu halten, dass sie bei einem 24stündigen Dauerbetrieb nur 22 l Speisewasser entspricht, so wären damit die Bedenken so ziemlich beseitigt, zumal man ja ohnedies einigen Auspuffdampf nicht wird entbehren können, um den erforderlichen Zug des Feuers zu erzeugen (vgl. den *Field*-Kessel Fig. 118).

IV. Feuerung.

Bei den neueren Dampfautomobilen sind zwei Feuerungssysteme in Gebrauch: die Feuerung mittels Koks auf einem gewöhnlichen Rost und die Feuerung mit flüssigem Brennstoff durch einen geeignet konstruierten Brenner. Steinkohlen sind aus dem Grund ungeeignet, weil sie zu viel Rauch erzeugen würden.

Die Koksfeuerung ist auf die grösseren Wagentypen beschränkt; sie findet sich beispielsweise bei den Kesseln der Omnibusse *Scott* (Fig. 118), *De Dion et Bouton* (Fig. 119) und der *Steam Carriage and Wagon Co.* (Fig. 120). Die beiden letztbezeichneten Konstruktionen zeichnen sich noch besonders dadurch aus, dass der Brennstoff aus einem Fülltrichter stetig nach unten gleitet, wodurch die Arbeit des Heizens wesentlich vereinfacht wird.

Die Regulierung der Feuerung erfolgt bei diesen mit festem Brennstoff arbeitenden Kesselsystemen in bekannter Weise durch Regeln der Luftzufuhr; doch genügt bei lebhafter Dampfentnahme der natürliche Luftzug nicht zu der erforderlichen Steigerung der Verdampfung, weshalb das von der Lokomotive her bekannte Blasrohr zu Hilfe genommen wird. Der *Field*-Kessel (Fig. 118) besitzt ausser dem Blasrohr *a* noch einen Dampfbläser *b*, welcher unter dem Rost zu arbeiten bestimmt ist, und bei der Schiffskesseltype von *Thornycroft* (Fig. 120) wurde sogar ein Ventilator eingebaut, der, von der Maschine durch einen Riemen angetrieben, die Feuergase durch sich hindurchsaugt.

Für leichtere Wagen mit ihren sehr zierlichen Kesselchen ist indessen die Koksfeuerung nicht geeignet, da nicht nur der Feuerraum, sondern auch die Vorratsräume im Wagen viel zu viel Platz fortnehmen würden; hier bietet die bei stationären Anlagen und auch Lokomotiven schon länger erprobte Feuerung mit flüssigem Brennstoff einen sehr willkommenen Ersatz. Denn abgesehen davon, dass dieses flüssige Brennmaterial einen grösseren Heizwert besitzt als der Koks (durchschnittlich etwa 10000 bis 14000 gegen 8000 Kal.), lässt es sich auf einen wesentlich kleineren Raum zusammendrängen und in Gefässen ganz beliebiger Form aufbewahren.

Die Konstruktion einer solchen Feuerungsanlage läuft im wesentlichen auf das Prinzip des Bunsenbrenners hinaus und hat Aehnlichkeit mit der Zündflammeneinrichtung der Benzinmotoren (vgl. Fig. 36[16]) dieses Aufsatzes). Doch genügt im vorliegenden Fall die in den Metallteilen der Brennermündung herrschende Temperatur nicht wie dort zur Vergasung des Brennstoffs, sondern es muss dazu eine viel energischer wirkende Einrichtung vorgesehen werden, weil es sich hier um wesentlich weniger flüchtige Kohlenwasserstoffe handelt; in Betracht kommen nämlich insbesondere die schwer flüchtigen Rückstände der Petroleumdestillation, die schweren Oele, sonst wohl nur noch als Schmiermaterial geeignet.

Dieser Brennstoff muss zunächst durch Erhitzung von aussen flüssiger gemacht und schliesslich verdampft werden, damit er innig mit Luft gemischt und rauchlos verbrannt werden kann. Die Zuführung zum Brenner erfolgt stets unter relativ hohem Druck, der am einfachsten durch Pressluft hervorgerufen wird, die dauernd durch eine kleine, vom Motor mitbetriebene Pumpe in den Vorratsbehälter gepresst wird, während für das Anstellen der Feuerung eine kleine Handpumpe vorgesehen ist.

Diese Methode wird beispielsweise von *Serpollet* benutzt (Luftspannung je nach der Intensität der Heizung 0,25 bis 1,5 at). Der Brenner liegt dabei in Fig. 122 unter den Vorwärmschlangen und ist dreifach gegabelt; damit bei längerer Aufenthaltszeit nicht zuviel von der aufgespeicherten Wärme verloren gehe, wodurch ein neues Anheizen erforderlich würde, hat *Serpollet* bei diesem Kessel den Vorratsbehälter für Brennstoff über die Brennermündung gelegt, so dass das vorhandene Gefälle ausreicht, um durch die Pumpenventile hindurch soviel Flüssigkeit selbstthätig dem Brenner zuzuführen, dass der Wärmevorrat nahezu konstant gehalten wird. In Fig. 123 ist der Brenner sehr zweckmässig hinaus vor den Feuerraum gelegt und bläst die Flammen aus dreimal zwei Düsen über eine kurze Feuerbrücke zwischen die untersten Rohrschlangen. Seitlich über der Austrittsöffnung liegen die durch die Flammen selbst geheizten Verdampferräume für den Brennstoff.

An Stelle von Pressluft lässt sich auch ein dem Kessel entnommener Dampfstrahl verwenden, welcher bei geeigneter Anordnung den Brennstoff und auch beim Austritt die erforderliche Luftmenge ansaugt und beide sehr gut durcheinandermischt. Diese Konstruktion, welche für Kessel grosser Leistung (Lokomotiven) die Regel bilden dürfte, ist bei dem oben bereits erwähnten *Cross*-Wagen zur Anwendung gekommen.

Schliesslich kann man aber auch, sofern Vorverdampfung des Brennmaterials zur Anwendung gelangt, die hierbei auftretende Dampfspannung selbst als treibende Kraft benutzen. *Barker* führt deshalb das Brennstoffzuflussrohr erst durch den Kesselfeuerraum, bevor es in den Brenner einmündet; die durch die hohe Temperatur gebildeten Dämpfe treten aus vielen (114) kleinen Oeffnungen des gerade unter dem Kessel liegenden Sammelraums gleichzeitig aus und mischen sich dabei mit Luft, welche durch von unten her konzentrisch in jene Oeffnungen eindringende dünne Kupferröhren (nach Art bekannter Spiritusbrenner) zugeleitet wird.

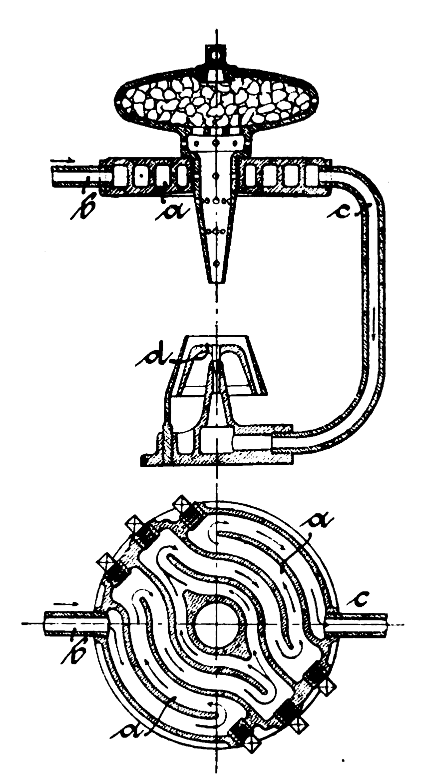


Fig. 125.
Brenner mit Vorverdampfung des Lifu-Kessels

Nach ähnlichem Prinzip, aber mit nur einem Brenner, arbeitet die Feuerung des *Lifu*-Kessels (Fig. 121); die dort benutzte Einrichtung soll in Fig. 125 kurz erläutert werden.

Das Schweröl tritt bei *b* in den von schlangenförmigen Kanälen durchzogenen Verdampfer *a*, und wird nach erfolgter Verdampfung von dem Dampfdruck selbst durch die Leitung *c* in den unterhalb angeordneten Bunsen-Brenner *d* gepresst. Die infolge des Ueberdrucks vorhandene Austrittsgeschwindigkeit genügt, um die zur vollstän-

[15]) *Industries and Iron*, 25. Nov. 1898.

[16]) *D. p. J.*, 1900 315 * 81.

digen Verbrennung erforderliche Luftmenge mitzureissen, und so schlägt die Flamme um den Verdampfer herum gegen die Röhren des Kessels. Man sieht, wie diese Brennerflamme selbst die Vergasung des Brennstoffs unterhält; damit übrigens auch bei zufälligem Erlöschen des Brenners die Verdampfung wenigstens eine Zeitlang fortdauert und die Möglichkeit, die Feuerung ohne weiteres wieder in Betrieb zu setzen, erhalten bleibt, ist oberhalb des Verdampfers ein Wärmespeicher angeordnet, dessen Wärmevorrat durch die metallene Verbindung hindurch noch längere Zeit den Verdampfer in Thätigkeit zu erhalten vermag. — Andere Brennerkonstruktionen sind in den Fig. 122 und 123[17]) angedeutet; wie schon erwähnt, wird bei diesen Kesseln der Brennstoff durch Druckluft aus dem Vorratsbehälter dem Verdampfer zugeführt, doch steht der erstere so viel über der Brennermündung, dass auch ohne Luftpressung etwas Brennstoff auszutreten vermag, gerade soviel, als zum Warmhalten des Kessels ohne Drucksteigerung erforderlich ist; der letztere kann auf diese Weise auch bei längerem Stillstand stets betriebsbereit gehalten werden.

V. Regulierung des Dampfdrucks.

Zur Aufrechterhaltung des Betriebs gehört beim gewöhnlichen Dampfkessel die Beobachtung des Wasserstandes, des Manometers und des Feuers; einem Laien kann und darf im allgemeinen nicht zugemutet werden, nach diesen Beobachtungen den Stand des Feuers und die Speisung des Kessels zu regeln, weshalb man bei Dampfautomobilen schwererer Bauart einen besonderen Heizer nicht entbehren kann.

Für leichte Wagen nach Art der Fig. 111 würde dies aber ein ernstliches Hindernis sein, da diese in der Regel nur für zwei Personen bestimmt sind. Auch stellt es sich hier als fast unmöglich heraus, den Kessel in der angedeuteten Weise zu kontrollieren, da er hinten im Wagenkasten, ziemlich tief unterhalb des Führersitzes, verborgen liegt; die bereits versuchte Anordnung von Spiegeln zur Beobachtung erscheint durchaus nicht zuverlässig.

Fig. 126.
Dampfspannungsregulator von Cross.

Aus diesem Grund versah man die Brenner mit einem selbstthätig wirkenden Drosselventil, welches die Brennstoffzufuhr entsprechend vermindert, sobald die Kesselspannung ihre obere Grenze erreicht hat.

Ein derartiges Regulierventil, dem *Cross*-Wagen[18]) entstammend, ist in Fig. 126 zur Darstellung gebracht. Dem Zerstäubungsbrenner *i* (vgl. oben) wird der Brennstoff durch das Ventil *f*, der Dampf durch das Ventil *g* zugeführt. Letzteres hat die eben erwähnte Funktion der Dampfdruckregelung zu erfüllen, indem eine Membran *e*, deren Federbelastung das Ventil offen zu halten sucht, durch den Druck des bei *a* eintretenden Kesseldampfes je nach dessen Spannung mehr oder weniger angehoben wird. Damit nun auch der Oelzufluss der gedrosselten Dampfspannung entsprechend sich richtig einstelle, d. h. bei grösserer nach *i* durchgelassener Dampfmenge grösser, bei verringerter kleiner werde, ist das Ventil *f* vorgesehen; es öffnet sich um so weiter, je grösser die Spannung bei *b*, also je geringer die Drosselung bei *g* ausfällt. Ganz ähnliche Einrichtungen besitzen z. B. die Wagen von *Stanley* und *Barker*.

Ein Nachteil dieser Konstruktion liegt offenbar in den sehr kleinen und empfindlichen Membranventilen, denn es ist klar, dass ein Versagen der Regulierung leicht recht üble Folgen haben kann; es werden daher bereits Stimmen laut, welche einen so weitgehenden Ersatz des Heizers für unthunlich halten und die Regulierung der Erwägung des Fahrenden vorbehalten wollen. Dies wird z. B. ermöglicht durch die regulierbare Wasser- und Brennstoffspeisevorrichtung von *Serpollet* (Fig. 127).

Die Brennstoffpumpe *a* und die Wasserpumpe *b* werden,

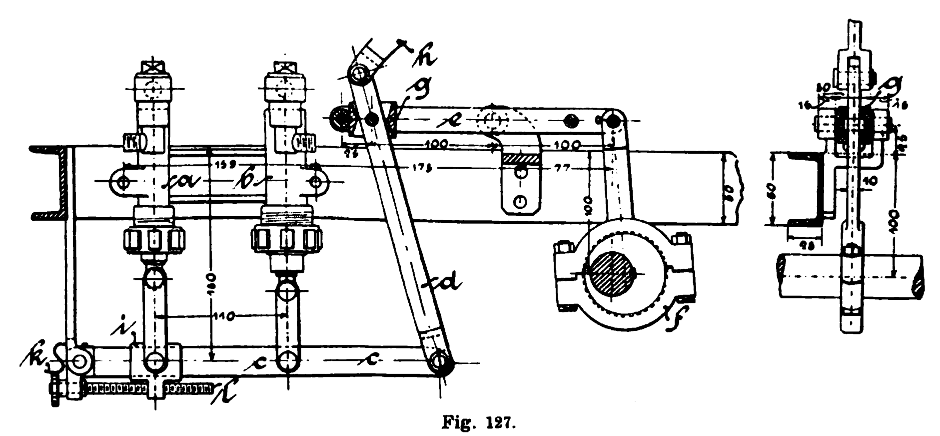
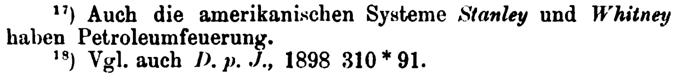


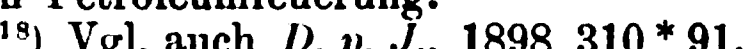
Fig. 127.
Regulierung der Brennstoff- und Speisewasserzufuhr, System Serpollet.

parallel nebeneinander gelagert, unter Zwischenschaltung kurzer Schubstangen durch einen gemeinsamen Hebel *c* angetrieben. Die Bewegung erfolgt von der hinteren Radachse aus durch ein Exzenter *f*, jedoch nicht direkt, sondern durch Vermittelung einer dritten Schubstange *d* und eines kulissenartigen Balanciers *e*, in welchem der den oberen Gelenkzapfen von *d* tragende Stein *g* verschiebbar gelagert ist. Je weiter man den Stein mittels des Handhebels *h* nach rechts schiebt, in um so geringerem Verhältnis überträgt sich der Exzenterhub auf den Pumpenhebel und um so kleiner sind die pro Hub geförderten Flüssigkeitsmengen. Damit aber auch eine Aenderung des relativen Förderverhältnisses zwischen *a* und *b* ausführbar sei, was schon mit Rücksicht auf die Möglichkeit der Benutzung von Brennstoffen verschiedenen Heizwerts gefordert werden muss, kann der Hub der Brennstoffpumpe auch noch für sich allein verstellt werden, indem man die Hülse *i* mittels der bei *k* gesicherten Schraube *l* nach rechts oder links schiebt. Um dabei eine zu einseitig schräge Lage der Schubstange zu vermeiden, wurde sie länger gehalten als die der Wasserpumpe.

Trotz der Anstrengungen, die insbesondere von seiten amerikanischer Konstrukteure gemacht werden, um mit dem Dampfautomobil die Benzinwagen aus dem Feld zu schlagen, lassen sich bisher entschiedene Vorteile des Dampfbetriebs nicht wahrnehmen, wenn auch nicht geleugnet werden soll, dass die Dampfwagen anscheinend ebenbürtige Leistungen aufweisen können.

Hatten wir seiner Zeit die grosse Zahl der zum Antrieb und zur Regulierung erforderlichen Teile als Mangel des Benzinautomobils bezeichnet, so müssen wir diesen Vorwurf dem Dampfautomobil in seiner jüngsten Form eher in noch verstärktem Mass entgegenhalten. Hierzu kommt die Schwierigkeit, die engröhrigen Kessel dauernd von Kesselstein und Oelansammlungen aus dem kondensierten Dampf frei zu halten und die vielen unter hoher Spannung stehenden Dichtungsflächen zu überwachen, ferner die relativ lange Anheizdauer (etwa 30 Minuten), Punkte, welche die Führung eines Dampfautomobils durch Laienhand als recht bedenklich erscheinen lassen; es fehlt also auch hier noch recht viel von den Eigenschaften des Idealmotors für das Automobil der Zukunft.


[17]) Auch die amerikanischen Systeme *Stanley* und *Whitney* haben Petroleumfeuerung.


[18]) Vgl. auch *D. p. J.*, 1898 310 * 91.

Ueber die Fortschritte auf dem Gebiete der Photographie und der photochemischen Reproduktionsverfahren.

Von J. M. Eder und E. Valenta.

(Fortsetzung von S. 523 d. Bd.)

Entwickelung des latenten Bildes, Fixieren, Verstärken und Abschwächen des Negatives.

Die Konkurrenz der Fabriken chemischer Produkte erstreckt sich heute auch bereits auf Entwicklerpräparate und es wird auf diesem Gebiet so lebhaft gearbeitet, dass jedes Jahr eine Anzahl Patente auf neue Entwicklersubstanzen, der aromatischen Reihe angehörig, genommen werden.

Die *Aktiengesellschaft für Anilinfabrikation* bringt das saure Natriumsalz der Amidonaphtholdisulfosäure, welches zum Eikonogen in naher Beziehung steht, unter dem Namen *„Diogen"* in den Handel[28]).

Die *Gebrüder Lumière* erzeugen unter der Bezeichnung *„Hydramin"* eine Verbindung von Hydrochinon mit Paraphenylendiamin, welche mit Sulfit und Lithion in Wasser gelöst einen klar arbeitenden Entwickler für Bromsilbergelatineplatten abgibt[29]).

Unter dem Namen *„Adurol"* bringen die *Chemische Fabrik auf Aktien vorm. Scheering* in Berlin und die Firma *J. Hauff* in Feuerbach *Monobrom-* resp. *Monochlorhydrochinon* als neue Entwicklersubstanzen in den Handel. Diese neuen Entwickler haben vor dem Hydrochinon den Vorteil voraus, dass dieselben viele der guten Eigenschaften des Hydrochinons besitzen, dabei aber die häufig erwünschte Eigenschaft haben, das Bild beim Entwickeln rascher erscheinen zu machen, ohne dass hierzu die Anwesenheit von kaustischen Alkalien erforderlich wäre, ferner, dass sie etwas weicher arbeiten als Hydrochinon, und endlich, dass Adurol es gestattet, ohne Benutzung von kaustischen Alkalien konzentrierte Entwickler herzustellen, welche Entwickler oft nacheinander gebraucht werden können und sehr gut haltbar sind[30]).

Das *„Hydrochinon B.R."* der *Berl. Aktiengesellschaft für Anilinfabrikation* ist ein Gemisch von Hydrochinon mit Alkalibromid; es wirkt ähnlich, ist aber keineswegs identisch mit Adurol.

Eder[31]) empfiehlt zur *Tonung und Verstärkung von Bromsilbergelatinebildern* die Verwendung von *Kupferammoniumkarbonat* und Kaliumferricyanid. Zwecks Herstellung des Tonbades wurden 5 g krystallisiertes Kupfervitriol in 1 l destillierten Wassers gelöst und dann wurde eine gesättigte Lösung von *kohlensaurem Ammoniak* (Ammoniumsesquikarbonat) so lange zugesetzt, bis der anfangs entstehende hellblaue Niederschlag von Kupferkarbonat sich im Ueberschuss des Ammonkarbonates wieder auflöste. Dann wurde eine Lösung von 12 g rotem Blutlaugensalz in 700 cm³ Wasser beigemischt, wobei ein reichlicher Niederschlag entstand. Es war somit die zugesetzte Menge von Ammoniumkarbonat nicht genügend, um das entstehende Kupferferricyanid in Lösung zu erhalten. Deshalb fügte *Eder* so lange gepulvertes Ammoniumkarbonat zu (Mischen in der Reibschale), bis der Niederschlag sich zu einer klaren dunkelblauen Flüssigkeit löste. Diese Flüssigkeit, welche eine Auflösung von Kupferferricyanid in kohlensaurem Ammoniak darstellt, ist das *Kupfer-*, *Ton-* oder *Verstärkungsbad.*

Die *Gebrüder Lumière* in Lyon erzeugen ein Verstärkerpräparat, welches aus einem Gemenge von *Natriumsulfit* und *Quecksilberjodid* besteht und in Wasser gelöst sofort einen sehr kräftig wirkenden Verstärker gibt. *Lumière* und *Seyewetz*[32]) geben als beste Vorschrift zur Herstellung dieses Präparates folgende: 10 g wasserfreies Natriumsulfit, 1 g Quecksilberjodid werden gemischt und zum Gebrauche in 100 Teile Wasser gelöst.

Das Bild wird in dieser Lösung allmählich intensiver, indem es eine dunkelbraune Färbung annimmt. Man kann Schritt für Schritt das Fortschreiten der Verstärkung verfolgen und dieselbe an jeder gewünschten Stelle abbrechen. Es kann diese Operation unmittelbar nach dem Fixieren des Bildes vorgenommen werden, wobei ein oberflächliches Auswaschen völlig ausreicht. Wenn man diese Lösung verdünnt oder besser noch bei demselben Sulfitgehalt immer geringere Mengen von Quecksilberjodid zur Anwendung bringt, so gestaltet sich die Verstärkung immer langsamer, dagegen wird die Intensität des Bildes in dem Masse eine immer stärkere, wie die Dauer der Operation verlängert wird. Andererseits kann man mehr und mehr eine beschleunigte Wirkung erzielen, indem man allmählich den Gehalt an Quecksilberjodid erhöht, ohne über den Maximalbetrag von 2 g auf 100 g Wasser und 20 g wasserfreies Sulfit hinauszugehen.

Da das so verstärkte Bild bei längerem Liegen im Wasser grüngelb wird, sowie nach dem halbstündigen Waschen und Trocknen an feuchter Luft allmählich eine gelbe Farbe annimmt, so empfehlen die Genannten es nur kurz zu waschen und dann mittels eines Entwicklers (p-Amidophenol, Amidol, Hydrochinon, Hydramin u. s. w.) das Jodsilber zu reduzieren, wodurch völlig unveränderliche Bilder erhalten werden.

Die *Aktiengesellschaft für Anilinfabrikation* bringt unter dem Namen *„Agfaverstärker"* eine Verstärkerflüssigkeit für Bromsilbergelatinenegative in den Handel, welche nach dem betreffenden Patente aus einer Lösung von Quecksilberrhodanid in Rhodanalkaliverbindungen besteht. Die Herstellung geht aus folgenden Beispielen hervor[33]):

1. Man löst 10 Teile Merkurirhodanid und 8 Teile Rhodankalium in 100 Teile destilliertem Wasser. Zum Gebrauch wird diese haltbare Vorratslösung mit 10 Teilen Wasser verdünnt und das zu verstärkende Negativ oder Positiv in die Lösung gelegt. Unter Bewegen der Schale wird dasselbe darin belassen, bis der gewünschte Grad der Verstärkung, der stets mit Leichtigkeit getroffen werden kann, erreicht ist. Das verstärkte Negativ oder Positiv wird nun gewässert und alsdann getrocknet.

2. An Stelle der Verstärkungslösung des vorstehenden Beispieles kann man eine Lösung des Doppelsalzes von Merkurirhodanid und Ammoniumrhodanid verwenden, welche aus 10 Teilen Merkurirhodanid, 6 Teilen Ammoniumrhodanid und 100 Teilen destilliertem Wasser hergestellt ist.

3. In gleicher Weise kann man zum Verstärken das Doppelsalz des Merkurirhodanids und Baryumrhodanids verwenden; eine solche Lösung entsteht z. B. durch Auflösen von 10 Teilen Merkurirhodanid, 12,7 Teilen Baryumrhodanid in 100 Teilen destilliertem Wasser.

Der Agfaverstärker liefert, ohne dass ein zweites Bad nötig würde, tadellose, sehr kräftige Verstärkungen.

Die bisher verwendeten Abschwächungsmittel für Silberbilder wirkten in der Weise, dass das Bild gleichmässig abgeschwächt wird. Das von *A.* und *L. Lumière* in Lyon empfohlene *Ammoniumpersulfat*[34]), welches sich heute bereits in der Praxis als Abschwächungsmittel eingebürgert hat, besitzt dagegen die Eigenschaft, dass es zuerst die am stärksten gedeckten Stellen des Silberbildes angreift; es eignet sich daher, in wässeriger Lösung angewandt, ganz

[28]) *Eder's Jahrb. f. Photogr.*, 1899 S. 522.
[29]) *Bull. Soc. Franç.*, 1899 S. 135.
[30]) Gutachten der k. k. graphischen Lehr- und Versuchsanstalt in Wien vom 27. Mai 1900; siehe *Photogr. Korresp.*, 1900 S. 464.
[31]) *Photogr. Korresp.*, 1899.
[32]) *Eder's Jahrb. f. Photogr.*, 1900 S. 26.
[33]) Patentbeschreibung aus dem Dezember 1899 angemeldeten D.R.P., siehe *Eder's Jahrb. f. Photogr.*, 1900 S. 19.
[34]) *Photogr. Korresp.*, 1898 S. 466.

vorzüglich als Abschwächungsmittel für kurz exponierte harte Negative, wie alle Experimentatoren konstatierten[35]).

A. und *L. Lumière* fanden ferner, dass *Cerisulfat*, eine Verbindung, welche heute bei der Verarbeitung des Rohmateriales für die Gewinnung von Edelerden zur Glühstrumpferzeugung als Abfallprodukt erhalten wird und demzufolge stark im Preise gesunken ist, in 5 bis 10%iger, 2% schwefelsäurehaltiger Lösung ein vorzügliches Mittel zur Abschwächung von Bromsilbergelatinenegativen bildet. Die Wirkung ist eine sehr gleichmässige und der Abschwächer hat wohl die Vorzüge, nicht aber die Nachteile des *Farmer*'schen Abschwächers[36]) (ungleiches Abschwächen, Fleckenbildung).

Photographische Papiere, Kopierprozesse, Tonung von Papierbildern.

A. Blank empfahl an Stelle der gebräuchlichen Chlorverbindungen bei Herstellung von Aristopapier (Chlorsilbergelatinepapier) Kobaltchlorid zu verwenden. Man erhält mit den von *Blank*[37]) gegebenen Vorschriften zwar sehr klar arbeitende, aber dabei ziemlich unempfindliche Emulsionen[38]).

Ein *neues Kopierpapier von hoher Empfindlichkeit* führte *E. Valenta*[39]) in die Photographie ein. Dasselbe ist ein Kollodionkopierpapier, enthält aber an Stelle des Chlorsilbers, wie es in den Celloidinpapieren sich findet, Silberphosphat, welches durch direktes Umsetzen von Silbernitrat mit Phosphorsäure in Kollodion dargestellt wird. Das Papier zeichnet sich durch grosse Tonabstufung (Gradation), hohe Empfindlichkeit und durch den Umstand aus, dass es ohne Gold- oder Platintonbäder nach dem Fixieren schon dunkelbraune Bilder liefert, welche bezüglich Verteilung von Licht und Schatten den Charakter der Albuminbilder zeigen.

Selbsttonendes Celloidinpapier. Unter diesem Namen bringt die Fabrik photographischer Papiere von *Oskar Raethel* in Berlin ein durch D. R. P. Nr. 110089 geschütztes Celloidinpapier in den Handel, dessen wesentlicher Unterschied den anderen Handelssorten gegenüber darin besteht, dass das zur Tonung nötige Gold in Form von Chlorgoldbaryum in der Schicht des Papieres enthalten ist. Das Papier soll gut haltbar sein. Die Behandlung seines Papieres ist einfach, da dasselbe nur in kochsalzhaltigem Wasser gewaschen zu werden braucht, hierin jeden gewünschten Ton je nach Länge des Waschens erhält und nachher wie gewöhnlich fixiert wird (*Photogr. Chronik*, 1899 Nr. 23).

Selbsttonendes Chlorsilberpapier bringt (1900) unter dem Namen *„Autopapier“* die Firma *Lüttke und Arndt* in Hamburg in den Handel.

J. Meyer in Brooklin[40]) fand, dass Silberphosphat in Zitronen- oder Weinsäure in gewissem Verhältnisse gelöst eine gallertartige Masse gibt, welche auf Papier, Seide u. s. w. gestrichen, ohne Goldbäder hübsche braune Kopien liefert. Dieselben werden in schwachem Fixiernatron, dem man etwas Natriumbichromat zusetzt, fixiert.

Ein *Kopierverfahren mit Quecksilbersalzen* veröffentlichte *E. Valenta*[41]). Dasselbe beruht auf der Thatsache, dass Quecksilberchlorid mit Ferriammoniumnitrat oder -Tartrat, in wässerige Lösung auf Papier aufgetragen, lichtempfindliche Schichten gibt, welche bei geeigneter Belichtung und Entwickelung blauschwarze Bilder liefern.

Vorschriften zur *Bereitung* von sogen. *Kallitypapier*[42]) gibt *Brown*[43]). Nach diesen werden 85 ccm 20%ige Ferrioxalatlösung mit 7 g Silbernitrat in 15 ccm Wasser gelöst, vermischt und mittels Schwammes kreuzweise auf Papier gestrichen; das Papier wird in der Wärme getrocknet. Beim Kopieren legt man ein Blatt Wachsleinwand dahinter, um Feuchtigkeit abzuhalten. Die Empfindlichkeit ist etwas grösser als bei Celloidinpapier.

Entwickler für	Schwarze Töne	Purpurtöne	Sepiatöne
Borax	10 g	3 g	—
Seignettesalz	7,5 „	10 „	5 g
Wasser	100 ccm	100 ccm	100 ccm
Einprozentige Kaliumbichromatlösung	10 „	10 „	6 „

Flaue Kopien werden mittels grösseren Zusatzes von Chromat entwickelt. Die Bilder legt man mit der Bildseite nach oben in den Entwickler; Zeitdauer ¼ bis 2 Stunden. Fixierbad: 1 Teil Ammoniak und 50 Teile Wasser (10 Minuten lang); wird einmal gewechselt.

Für die Zwecke der *Platintonung von Silberbildern* auf matten Papieren (Celloidin- oder Aristomattpapier) empfiehlt *E. Valenta*[44]) die Verwendung von *m-Phenylendiaminplatintonbädern*:

Wasser	100 Teile
Kaliumplatinchlorürlösung (1:100)	5—10 „
m-Phenylendiaminlösung (1:100)	5—10 „

Die mit weichem Wasser kurz gewaschenen kräftigen Kopien werden in dieses Bad gebracht, worin sie rasch einen intensiven Platinton annehmen. Man fixiert mit 10%iger Fixiernatronlösung und wäscht gut in fliessendem oder öfters gewechseltem Wasser. Der Ton der erhaltenen Bilder ist ein intensives Schwarz bei sehr reinen Weissen. Wünscht man blauschwarze Töne, so ist die Einschaltung eines Boraxgoldtonbades (z. B. Wasser 1000 ccm, Borax 10 g, essigsaures Natron [geschmolzen] 10 g, Goldchloridlösung [1:100] 40 ccm) zwischen das erste Auswässern und das Platintonbad zu empfehlen, wobei zu bemerken ist, dass das Goldtonbad nur kurze Zeit wirken gelassen werden darf und die Kopien nochmals gut mit Wasser gespült werden müssen, bevor man sie in das Platinbad bringt, da sonst die Weissen des Bildes leiden würden, indem das dem Bilde anhaftende Goldchlorid vom m-Phenylendiamin des Platintonbades zersetzt wird.

An Stelle von Platinsalzen wurden wiederholt von verschiedenen Seiten *Palladiumverbindungen zu Tonungszwecken für matte Silberbilder* empfohlen. *Ardaseer*[45]) gibt folgende *Vorschriften zur Herstellung von Palladiumtonbädern:*

Palladiumchloridlösung (1:48)	30 Tropfen,
Zitronensäure	1½ g,
Chlornatrium	2 g,
Wasser	300 ccm.

Die Silberkopien müssen zuerst in ein Bad von Kochsalzlösung gebracht werden, damit das freie Silbernitrat in Silberchlorid übergeführt wird. Nachdem die Kopien gut ausgewaschen wurden, bringt man sie in das Tonbad, in welchem sie so lange liegen bleiben müssen, bis die Oberfläche der Bilder einen warmen Purpurton aufweist. Danach bringt man sie in ein Bad von Waschsoda (1 Teil auf 40 Teile Wasser), um die Säure zu neutralisieren und die Schwefeltonung zu verhindern. Als Fixierbad verwendet man eine Lösung von unterschwefligsaurem Natron 1:10. Im Fixierbade ändern die Bilder ihr Aussehen wesentlich, jedoch zeigen sie nach dem Auswässern und Trocknen den erwähnten warmen braunen oder Sepiaton.

Ein zweites von *Ardaseer* empfohlenes Tonbad ist ohne Vorbaden der Kopien in Kochsalzlösung vor dem Tonen zu gebrauchen. Es hat folgende Zusammensetzung:

Palladiumchloridlösung (1:48)	15 Tropfen,
Zitronensäure	¾ g,
Wasser	300 g.

Das Bad ist für wärmere Töne bestimmt, jedoch erleiden die Bilder in demselben eine bedeutende Reduktion.

---

35) Siehe *Eder*'s Artikel *Photogr. Korresp.*, 1898.

36) Mischung einer Lösung von rotem Blutlaugensalz mit einer solchen von Fixiernatron.

37) *Bull. Soc. Franç. Photogr.*, 1899 S. 450.

38) *Valenta, Photogr. Korresp.*, 1900.

39) *Photogr. Korresp.*, 1900.

40) *Brit. Journ. of Photogr.*, 1899 S. 714, 721 und 1900 S. 132 und 134.

41) *Photogr. Korresp.*, 1899 S. 404.

42) Siehe unsere früheren Referate.

43) *Amateurphotographer*, 1899 S. 509 u. a. *Hübl* in *Lechner's Mitteilg.*, 1899 S. 97. Ueber *Kallitypie* siehe auch *Brooke*, *„Phot. Mitt.“*, Bd. 36 S. 160.

44) *Photogr. Korresp.*, 1899 S. 103.

45) *Brit. Journ. Photogr.*, 1899 S. 200.



Diese von *Ardaseer* angegebenen Tonbäder wurden von *Kessler* [46]) versucht und hierzu verschiedene Silberpapiere verwendet. Die Versuche ergaben eine ziemliche Uebereinstimmung mit dem von *Ardaseer* Gesagten, jedoch nur in Bezug auf die Anwendung von Kopien auf matten Silberpapieren, während sich die Wirkung dieser Tonbäder auf Silberpapieren mit glänzender Oberfläche als sehr gering erwies und keine allgemein verwendbaren Farbentöne lieferte.

Vergleichsweise versuchte *Kessler* auch das von *Mercier* angegebene Palladiumtonbad, bestehend aus:

Palladiumchlorid	2	Teile
Chlornatrium	2	„
Wasser	1000	„
Essigsäure	20	„

Dieses Bad hat die Eigenschaft, Silberkopien mit matter Schicht unmittelbar nach deren Eintauchen in dasselbe braunschwarz zu färben und nach längerem Liegenlassen im Bade nicht weiter zu verändern. Nahezu denselben Ton, welcher sich beim Tonen eingestellt hat, behält das Bild auch nach dem Fixieren, Waschen und Trocknen bei.

Wie *H. Kessler* nachwies, haben die Palladiumtonbäder für Silberbilder vor den Platintonbädern den Vorzug einer vollkommeneren Umwandlung des Silberbildes und ergeben daher grössere Haltbarkeit der getonten Bilder.

J. Keiley schreibt über die *Verwendung des Zusatzes von Glycerin beim Entwickeln von Platinbildern.* Er erwähnt, dass Zusätze von Glycerin zum Kaliumoxalat beim Entwickeln von Platinotypien wiederholt empfohlen wurden, um reine Weissen zu erhalten; leider leiden die Halbtöne dabei. Sehr gute Resultate erhielt er jedoch, wenn er die Platinkopien gleichmässig mit einer dünnen Schicht von reinem Glycerin bestrich. Es ist erforderlich, jeden Ueberschuss des Glycerins zu beseitigen (mittels Fliesspapier). Dann wird mit Oxalat entwickelt und auch hier durch Beseitigen des Oxalats an den stärker entwickelten Stellen durch Fliesspapier der Fortgang der Entwickelung reguliert (*Bull. Assoc. belge Phot.*, 1900 S. 35).

Als *„Platonapapier“* bezeichnet die *Ilford Comp.* in London eine von ihr erzeugte (1899) Handelssorte von Platinpapier. Es wird, wie gewöhnlich, in Chlorcalciumbüchsen versendet. Die Präparation besteht gleichfalls aus Ferrisalz und Platinsalz. Das Platonapapier ist ein Kaltentwickelungspapier, welches mittels einer Lösung von ½ Teil Kaliumphosphat, 2 Teilen Kaliumoxalat und 28 Teilen Wasser entwickelt wird. Man kann auch Vorratslösungen mit der halben Menge Wasser herstellen und dann vor dem Gebrauch verdünnen. Das Fixieren geschieht in verdünnter Salzsäure (1 : 80).

R. Rapp [47]) benutzt Gemenge von *Gallussäure-, Essigsäure- und Silbernitratlösung zum Verstärken von Platindrucken.* Das mechanisch niedergeschlagene Silber wird dann durch ein Platintonbad in Platin übergeführt.

Unter dem Namen *„Ozotypie“* veröffentlichte *Manly* ein Kopierverfahren, welches, wie die Chromatverfahren überhaupt, auf der Zersetzung der Chromsäure durch Lichtwirkung bei Gegenwart von organischer Substanz in Chromsesquioxyd und Sauerstoff beruht. Der frei werdende Sauerstoff wirkt bei diesem Prozesse auf gleichzeitig anwesendes Manganoxydulsalz ein und bewirkt das Entstehen von Manganoxyden. Man kann nun das aus Chromsesquioxyd und Manganoxyden bestehende Bild durch Behandeln mit verschiedenen Phenolderivaten u. dgl., welche durch Oxydation Farbstoffe liefern, beliebig färben oder kann, indem man dasselbe in einem Eisessig und Hydrochinon haltigen Bade mit Pigmentpapier in Kontakt bringt, dann auf eine Glasplatte aufquetscht, trocknen lässt und nach dem ½stündigen Quellenlassen in kaltem Wasser mit warmem Wasser behandelt, ein Pigmentbild herstellen [48]).

Th. R. West [49]) nahm ein amerikanisches Patent auf ein Kopierverfahren mit Nitroprussidnatrium. Dasselbe besteht in einer Präparation des betreffenden Rohpapieres mit einer Lösung von Nitroprussidsalz (25), Ammoniumferricitrat (30) in Wasser (100 Teilen).

Zu dieser Lösung kann man, um den Ton der Bilder zu modifizieren, kleine Mengen anderer zitronensaurer Salze hinzufügen, z. B. zitronensaures Magnesium für kupferdruckschwarze Töne, oder zitronensaures Zink für braune Töne. Diese Zusätze sind jedoch nicht unbedingt erforderlich.

Papier, welches mit obiger Lösung präpariert ist, färbt sich am Lichte braun oder schwarz. Die Kopien werden 2 oder 3 Minuten lang in Wasser gewaschen, um die überflüssigen Chemikalien zu entfernen, und dann 5 Minuten lang in ein Bad von

Bleiacetat	2 g
Wasser	100 ccm

gebracht, um die Kopien haltbar zu machen, worauf man kurze Zeit wäscht.

Nach den Versuchen *Valenta*'s gelingt es nicht, damit kupferdruckartige Bilder zu erzielen, sondern man erhält im besten Falle Bilder, welche den Eisengallusbildern ähnlich sehen.

Valenta [50]) studierte die chemischen Vorgänge bei der Belichtung des Nitroprussidpapieres und konstatierte, dass das Bild bei diesem Prozesse aus Berlinerblau und unzersetztem Ferronitroprussid besteht.

Das arabische Gummi hat bekanntlich wie alle anderen wasserlöslichen Gummiarten die Eigenschaft, in wässeriger chromathaltiger Lösung auf organischer Unterlage aufgetragen, nach dem Trocknen lichtempfindliche Schichten zu geben. Chromatgummi wird nämlich bei der Belichtung in Wasser unlöslich und man erhält daher unter geeigneten Negativen nach dem Auswaschen des löslich gebliebenen (unbelichteten Teiles) ein Bild. Dieses Verhalten des Gummis wird zur Bildherstellung bei einigen photographischen Verfahren schon seit langer Zeit benutzt. Das neueste Gummikopierverfahren ist der sogen. *„Gummidruck“*. Es ist dies ein Verfahren, welches seit 2 Jahren insbesondere in Amateurkreisen stark kultiviert wird, und unter Umständen wirklich künstlerisch schöne Bilder liefert. Zur Herstellung von solchen Bildern wird eine Gummichromatlösung mit geeigneten Aquarellfarben versetzt, auf Papier aufgetragen und nach dem Trocknen unter einem entsprechenden Negative kopiert, das Bild mit Wasser entwickelt u. s. w. [51]). (Schluss folgt.)

[46]) *Photogr. Korresp.*, 1900, siehe ferner *Eder's Jahrb. f. Photogr.*, 1900 S. 62.

[47]) *Photogr. Corresp.*, 1899 S. 198.

[48]) Vgl. *Eder's Jahrbuch für Photographie für 1900*, S. 50.

[49]) *Photogr. Mitteilungen*, Bd. 36 S. 322.

[50]) *Photogr. Corresp.*, 1899 S. 652.

[51]) Ueber Gummidruck erschien eine übersichtliche Schilderung von *Raimund Rapp*: *Praktische Anleitung zur Ausübung des Gummidruckes*, Wien 1900.

Weltausstellung Paris 1900.

Automatische Weizenmühle für täglich 12000 kg Vermahlung von G. Daverio, Zürich.

Das nach dem Entwurf des Architekten *Bouvier* aus Neuchâtel für die Ausstellungsmühle ausgeführte Gebäude (Fig. 1) in der grossen Maschinenhalle ist 22 m lang und 7 m breit. Das Erdgeschoss hat 4 m, das Stockwerk darüber 3 m Höhe; die Gesamthöhe über dem Boden beträgt somit nur 7 m. Dieselbe grösser anzunehmen, war, weil das



Gebäude unter eine schon vorhandene Galerie zu stehen kam, nicht möglich. Durch Ausgraben wurde noch ein Raum von 2,50 m Tiefe gewonnen, in welchem jedoch die Fundamente zweier Galeriesäulen, sowie jene eines Strebepfeilers der Maschinenhalle und eine Hauptröhre der Wasserleitung viel Platz wegnahmen.

Bei der Disposition der Anlage musste auf die erwähnten Galeriesäulen sowohl im Erdgeschoss als auch in der darüber befindlichen Etage Rücksicht genommen werden. In dieser Weise beengt, eignete sich der verfügbare Raum für eine komplette automatische Mühlenanlage nicht besonders gut und erlaubte nicht, die Einrichtung vollkommen mustergültig auszugestalten, hingegen konnte gezeigt werden, dass man eine automatische Mühle nach System *Daverio* auch da einzurichten im stande ist, wo nur über einen sehr beschränkten Platz verfügt werden kann (Fig. 2 bis 6). Dessen ungeachtet stellt sich die Anlage als eine solche dar, die dem Besucher gestattet, sich sowohl von der Leistung jeder einzelnen Maschine, als auch von den Vorteilen des angewandten Mahlverfahrens zu überzeugen. Letzteres besteht der Hauptsache nach in folgendem:

Der ungeputzte Weizen passiert behufs Reinigung der Reihe nach: einen Tarar-Zickzack, einen Steinund Erdeausleser, drei Trieure, eine Kolonnenbürste, einen Netzapparat und wird dann abgesackt. Nachdem der Weizen so vorgeputzt und angefeuchtet, eine geraume Zeit in Säcken abgestanden ist, geht er nochmals durch

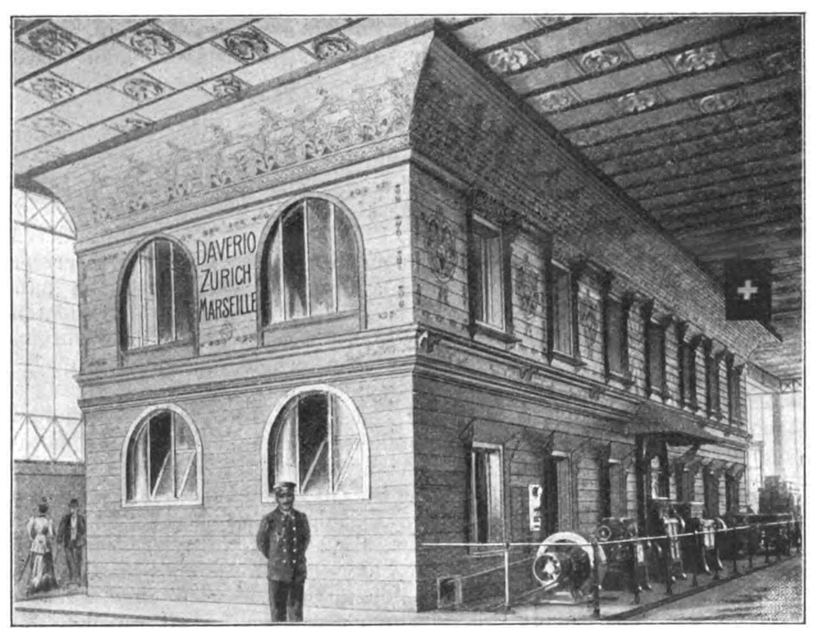
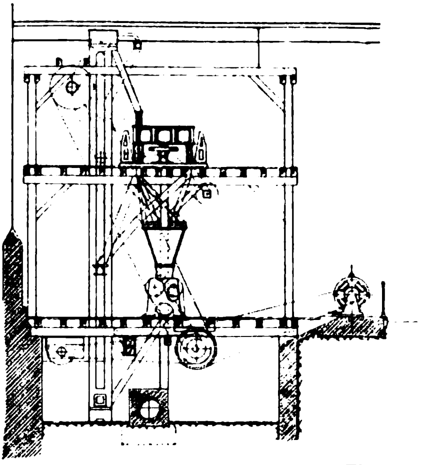


Fig. 1.
Automatische Weizenmühle von Daverio.

die Kolonnenbürste, durch einen Magnetapparat und dann direkt auf den ersten Schrotstuhl.

Bei der *Kolonnenbürste* (Fig. 7), welche eine horizontale Kolonne und eine Bürstenmaschine in sich vereinigt, finden sich, wie bei einigen anderen Maschinen, verschiedene Neuerungen. In einem rotierenden Cylinder, auf Rollen gelagert, dreht sich mit grosser Geschwindigkeit ein Flügelwerk, zum Teil aus schraubenförmig gewundenen Schlägern, zum Teil aus Stahldrahtbürsten bestehend, die Welle des Flügelwerkes hat selbstschmierende Lager mit Bronzeschalen. Der Cylinder ist mit grobem Geflecht aus kantigem Stahldraht bespannt, an welches das Getreide durch das Flügelwerk geworfen und somit vom Einlauf bis zum Auslauf hier einer intensiven Reibung ausgesetzt ist. Der sich dabei vom Weizen loslösende Staub wird durch einen kräftigen in der Maschine sich befindlichen Ventilator abgesaugt. Der Ventilator ist doppelt und wirkt auch beim Ein- und Auslauf des Weizens, alle leichteren Verunreinigungen aus ihm entfernend.

Es sind *fünf* aufeinander folgende Schrotpassagen angenommen, deren Produkte auf Plansichtern abgesichtet und sortiert werden. Zunächst wird bei den Walzenstühlen (Fig. 8) durch die neue *Speisevorrichtung*, durch welche eine sehr gleichmässige Verteilung des Mahlgutes auf die



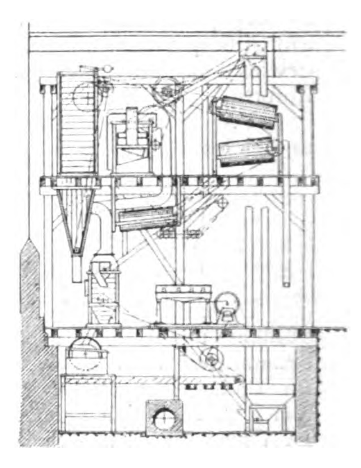


Fig. 2.
Querschnitte.

ganze Länge der Walzen erzielt wird, die Aufmerksamkeit des Beschauers angezogen. Diese Speisevorrichtung lässt sich entweder selbstthätig wirkend einstellen, in welchem Falle sie sich von selbst öffnet oder schliesst, je nachdem mehr oder weniger Ware zuläuft, oder aber, mittels eines Hebels, von Hand regulieren.

Bei der neuen *Aspirationsvorrichtung*, Patent *Daverio*, ist im Inneren des Walzenstuhles, zwischen den Walzen, ein dreieckig geformter Filter aus Flanell angebracht, der mit einer Saugwindleitung in Verbindung steht und durch welchen hindurch feuchtwarme Luft, die beim Arbeiten der Walzen sich um dieselben lagert, abgesogen wird. Frische Luft strömt von aussen nach, der etwa mitgerissene Mehlstaub bleibt am Flanell des Filters haften und wird von Zeit zu Zeit dadurch entfernt, dass ein einfacher sinnreicher Mechanismus die Saugwindleitung periodisch schliesst und eine Druckwindleitung öffnet, mittels welcher ein kurzer, kräftiger Druckwindstrom von innen nach aussen durch den Filter geführt wird. Die Druckwindleitung wird in demselben Augenblick wieder geschlossen und die Saugwindleitung wieder geöffnet.

Bei den Walzenstühlen in der Ausstellung erfolgt das Funktionieren des Mechanismus zum Schliessen und Oeffnen der beiden Windleitungen durch einen kräftigen Elektromagnet, was gegenüber dem gewöhnlichen Betrieb mittels Riemen den Vorteil bietet, dass Saug- und Druckwindleitung immer nur bei einem und nie bei mehreren Walzenstühlen zugleich geöffnet und geschlossen werden, die Stärke des Saug- und Druckwindes mithin unverändert bleibt.

Sämtliche Glattwalzenstühle, sowie der Walzenstuhl für den letzten Schrot sind mit den neuen patentierten *Detacheurs* versehen. Dieselben liegen im Walzenstuhl selbst, unmittelbar unter den Walzen, werden von diesen angetrieben, nehmen wenig Kraft und Raum in Anspruch und detachieren vollkommen, weil das Mahlgut in dünnem Strahl, wie es von der Walze kommt, auf die ganze Walzenlänge durch den Detacheur geht.

Das Putzen der groben und feinen Griese geschieht auf zwei Griesputzmaschinen „Zürich“ (Fig. 9), die staubfrei arbeiten, saubere und reine Ueberschläge liefern. Als weitere Vorzüge dieser Maschine sind zu nennen, dass die Siebe bequem und rasch auszuwechseln sind, dass sich auf dem Abreiter weder Kanäle noch Schnecken u. s. w. befinden, dieser daher sehr leicht ist und die auf dem Sieb sich befindlichen Griese gut beobachtet werden können,



was die Regulierung der Maschine erleichtert. Die sehr einfache Speisevorrichtung dient sowohl für automatischen als nichtautomatischen Betrieb. Die Schrotdunste gehen direkt auf die Ausmahlstühle. Das Auflösen der sau-

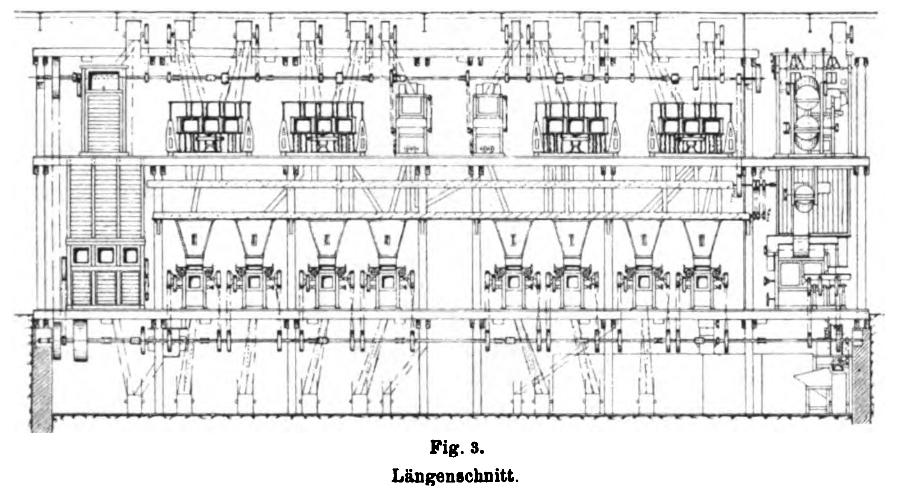


Fig. 3.
Längenschnitt.

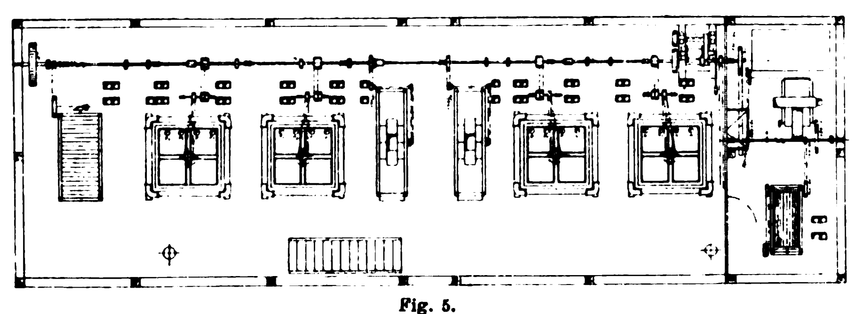


Fig. 4.
Grundriss des Erdgeschosses.

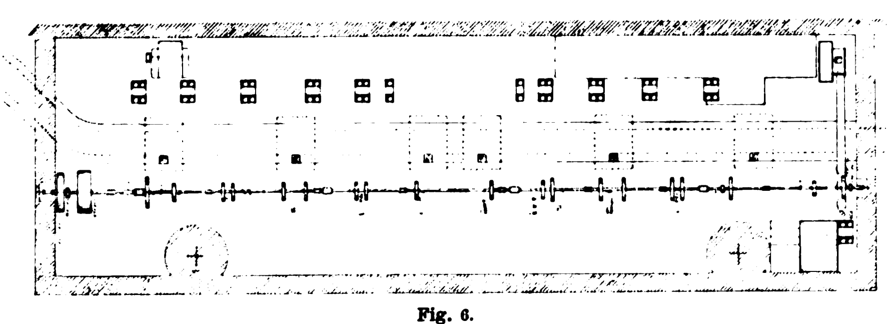


Fig. 6.
Grundriss des Souterrain.

beren Griese und das Ausmahlen der Dunste erfolgt in *acht*, das Auflösen der Ueberschläge in *drei* aufeinander folgenden Passagen, die Sichtung und Sortierung der Auflös- und Ausmahlprodukte geschieht gleichfalls mittels *Plansichter*. Letztere, in bekannter quadratischer Form und mit Rahmen nach Patent *Haggenmacher* (Verwendung von Paletten zur Fortbewegung der Ware und von Putzgut zur Reinhaltung der Bespannung) haben Schwungräder mit *Kugellager* nach Patent *Daverio* (Fig. 10).

Die Mehle werden in einem Rundsichter nachgesichtet, in einer Mehlmischmaschine innig vermischt und durch eine Packmaschine in Säcke gefasst. Auch in der *Drei-Walzen-Mehlmischmaschine* (Fig. 11) begegnen wir einer neuen Konstruktion. — Diese Maschine besitzt zwei Abteilungen verschiedener Grösse und funktioniert auf folgende Weise: Vom Nachsichter fällt das Mehl in die kleinere Abteilung und wird von der in dieser Abteilung liegenden Walze einer Sammelschnecke zugeführt. Die Sammelschnecke bringt das Mehl in einen Elevator und dieser in die grössere Abteilung der Maschine, in welcher die beiden anderen Walzen liegen. Die Schieber derselben sind zunächst nur wenig geöffnet, wodurch das Mehl von der grossen Abteilung fein verteilt, mit dem von der kleinen Abteilung kommenden in die Sammelschnecke fällt und eine erste Mischung stattfindet. Dies setzt sich so lange fort, bis die grosse Abteilung angefüllt ist. Dann rückt man die Walze der kleinen Abteilung aus, öffnet die Schieber der anderen Walzen entsprechend mehr, so dass die Mischung des Mehles der grossen Abteilung in kurzer Zeit vollendet ist.

Der ganze Vermahlungsprozess ist ein *automatischer*, d. h. sämtliche Zwischenprodukte gelangen mittels Schnecken und Elevatoren von einer Maschine zur anderen und nur die Endprodukte werden abgesackt.

Fig. 5.
Grundriss der I. Etage.

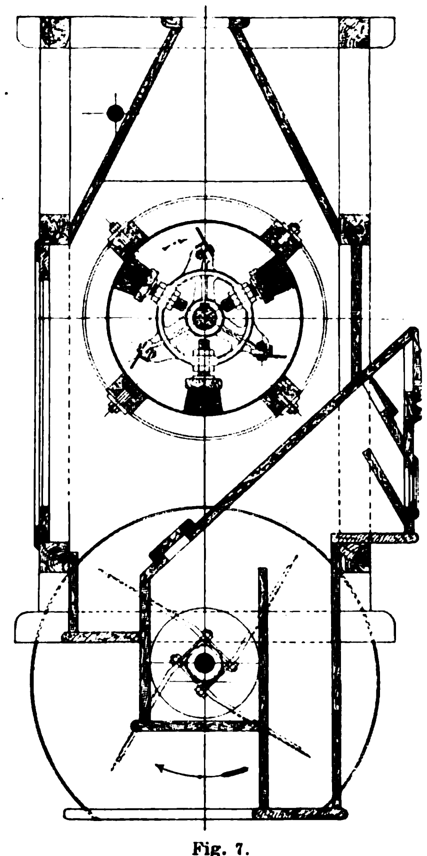


Fig. 7.
Kolonnenbürste.

Zur Beschreibung der Mühleneinrichtung übergehend, sei zunächst erwähnt, dass das Gebäude durch eine Zwischenwand in zwei ungleich grosse Räume geteilt ist, wovon der grössere zur Aufnahme der *Walzenstühle, Plansichter, Griesputzmaschinen* u. s. w. dient, während in der kleineren Abteilung die *Weizenputzmaschinen* untergebracht sind.



Hier in dem Raum unter dem Erdgeschoss befinden sich die Aufschütttrichter für ungeputzten Weizen, der Netzapparat mit Netzschnecke, die Sackstutzen für genetzten Weizen und jene für die Abfallprodukte der Putzerei.

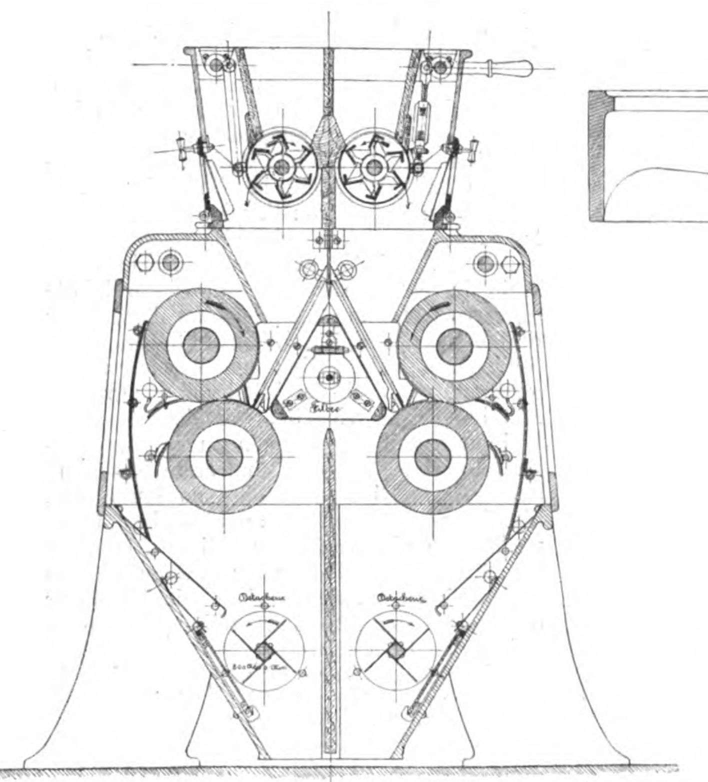


Fig. 8.
Walzenstuhl.

Im Erdgeschoss fanden Aufstellung: der Stein- und Erdeausleser, die Kolonnenbürste und der Nachlesetrieur. Auf der Etage darüber finden wir den Tarar-Zickzack, einen Trieur für lange und einen solchen für runde Körner, sowie einen Staubsammler mit Flanellschläuchen, in welchen die Windrohre des Tarar und der Kolonnenbürste münden.

In der grossen Abteilung des Gebäudes sind in dem Raum unter dem Erdgeschoss sämtliche Elevatorfüsse, die Ventilatoren nebst Röhren für die Walzenaspiration und die Walzentransmission untergebracht, der noch frei bleibende Teil dient als Weizenmagazin.

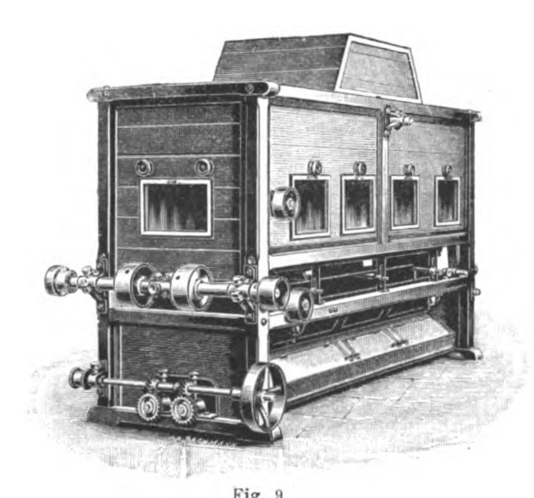


Fig. 9.
Griessputzmaschine „Zürich“.

Im Erdgeschoss stehen *drei doppelte Schrot-* und *fünf doppelte Glattwalzenstühle*, ferner befinden sich hier die Mehlmisch- und Mehlpackmaschine.

Auf dem oberen Boden sind zwei Griesputzmaschinen, vier Plansichter, ein Rundsichter und ein Sackaufzug im Betrieb. Zur Lagerung der Transmission wurden erstmals *Kugellager* in grösserem Massstab verwendet.

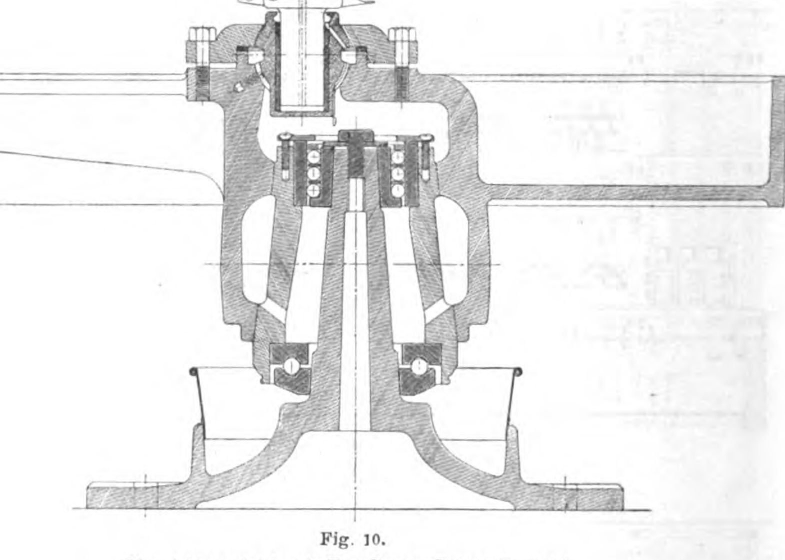


Fig. 10.
Plansichterantrieb mit Kugellager (Patent Daverio).

Zum Betrieb der Ausstellungsmühle dient eine Dynamomaschine (von der *Maschinenfabrik Oerlikon* aufgestellt); es ist in Aussicht genommen, Probevermahlungen vorzunehmen.

Durch ihre Ausstellung zeigt die Firma *Daverio* neuerdings, dass sie unablässig bestrebt ist, für die Müllerei wertvolle Neuerungen einzuführen, sei es durch Schaffung neuer Konstruktionen, sei es durch Verbesserung bestehender.

Wie eingangs erwähnt, war der zur Verfügung gestellte Raum sehr beschränkt, die Anlage musste daher zusammengedrängt werden, dennoch bietet sie grosse Uebersichtlichkeit und entbehrt keineswegs einer dem Auge wohlthuenden Symmetrie und Eleganz.

Wilh. Müller-Cannstatt.

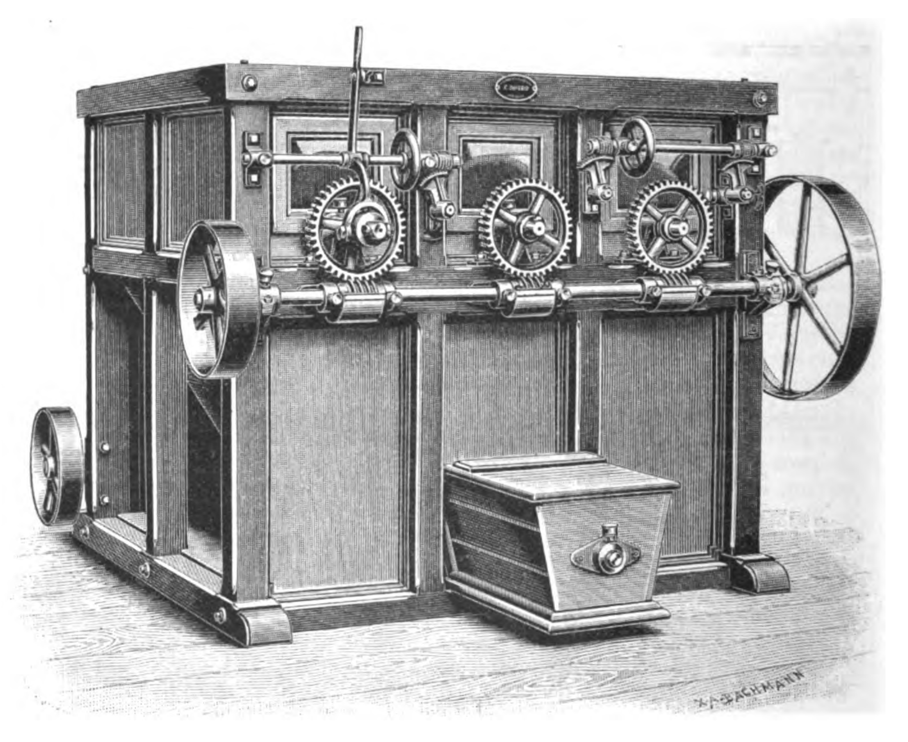


Fig. 11.
Drei-Walzen-Mehlmischmaschine.

Die Doms'sche Rechenmethode im Vergleich zu anderen Hilfsmitteln des Rechnens.

Von **Rudolf Mewes**, Ingenieur und Patentanwalt.

In vielen Fächern und Berufszweigen spielt das Rechnen mit Zahlen eine wichtige Rolle, so dass eine Verkürzung und eine grössere Sicherheit im praktischen Rechnen trotz der mannigfachen Hilfsmittel und Resultate, welche auf diesem Gebiete bis jetzt erzielt sind, gleichwohl als eine willkommene Gabe dankbar angenommen werden dürfte. Dieses Ziel ist in der That auch vielfach erreicht worden, so dass heutigen Tags in mancher Beziehung dem Bedürfnisse genügt ist. Indessen entsprechen doch die vorhandenen Hilfsmittel nicht allen Anforderungen; beispielsweise verlangt der Gebrauch der Logarithmentafeln eine gewisse mathematische Vorbildung, die wohl nur bei der Minderzahl der Rechner vorhanden sein dürfte. Das Rechnen mit Logarithmen gestaltet sich überdies selbst für den Kundigen recht unbequem, wenn die zu lösende Aufgabe ein häufiges Uebergehen von den Zahlen zu den Logarithmen und umgekehrt notwendig macht. Der letztere Uebelstand tritt bei dem logarithmischen Rechenstabe weniger hervor; dagegen haften diesem für viele technische Zwecke vorzüglich geeigneten Werkzeuge andere Mängel an. Zur sicheren Handhabung und allseitigen Verwertung desselben ist nämlich ausser der Kenntnis des Begriffs der Logarithmen noch ein scharfes Auge und beträchtliche Uebung im Ablesen und Schätzen von Teilungswerten erforderlich. Dabei ergibt der Rechenstab die gesuchten Zahlen nur mit sehr mässiger Genauigkeit, die beispielsweise besonders dann nicht auszureichen pflegt, wenn die Rechnungen über Ansprüche auf Geld und Geldeswert entscheiden sollen. Rücksichtlich der Beschreibung und Einrichtung verweise ich auf die jedem Rechenstabe beigefügte ausführliche Beschreibung und Gebrauchsanweisung.

Ein anderes vorzugsweise für den Tabellenrechner wertvolles Werkzeug, gegen welches Bedenken der vorerwähnten Art nicht zu erheben sind, bildet die Rechenmaschine von *Thomas*, deren Handhabung leicht zu erlernen und deren Genauigkeit eine vollkommene ist. Und doch hat auch diese sinnreiche Vorrichtung ihre Schwächen, die nicht näher erörtert zu werden brauchen, da schon der hohe Preis der Maschine die allgemeine Anwendung ausschliesst.

Regierungsrat Dr. *H. Zimmermann* sagt in der Vorrede zu seiner hier ausführlicher zu besprechenden Rechentafel mit Bezugnahme hierauf, dass er dennoch, obgleich ihm derartige Hilfsmittel zum praktischen Rechnen in grosser Auswahl zu Gebote gestanden, in seiner rechnerischen Berufsthätigkeit oftmals das Bedürfnis nach weiteren Erleichterungen empfunden hat und darum zu dem Entschlusse gelangt ist, die wahrgenommene Lücke durch eine einfache, handliche Rechentafel — gewissermassen ein grosses „Einmaleins" — auszufüllen. Zu diesem Zwecke sind die Produkte der Zahlen 1, 2, 3 . . . 1000 mal 1, 2, 3 . . . 100 berechnet und nach einer durch vielfache Versuche erprobten Anordnung in der Weise zusammengestellt worden, dass je zwei beim Aufschlagen des Buches einander gegenüber liegende Seiten gerade 1000 Produkte aus 10 am Kopfe und je 50 am Rande stehenden Zahlen enthalten. Die Verteilung auf die einzelnen Doppelseiten ist durch das ganze Buch hindurch die gleiche, insofern die letzten Ziffern der am Kopfe stehenden Zahlen stets von 0 bis 9, die am Rande stehenden Faktoren aber immer auf der linken Seite von 1 bis 50, auf der rechten von 51 bis 100 fortschreiten. Um das Finden einer bestimmten Doppelseite auch ohne vollständiges Aufschlagen des Buches zu ermöglichen, ist durchweg die kleinste und grösste Kopfzahl oben links und rechts, nahe dem Seitenrande, mit sehr grossen Ziffern angegeben. Durch diese streng regelmässige Anordnung wird erreicht, dass man schon von vornherein, und ehe man zu blättern beginnt, genau weiss, auf welche Stellen man den Blick zu richten hat, um die gegebenen Faktoren und das gesuchte Produkt schnell und sicher aufzufinden. — Abgesehen davon, dass man mit Hilfe dieser Tafel das Produkt aus beliebig grossen Zahlen nach den für das gewöhnliche Rechnen gültigen Regeln leicht bilden kann, ist als anerkennenswert hervorzuheben, dass statt des mechanischen Rechnens das Anschauungsvermögen zu Hilfe genommen wird, dass also der Rechner die Teilprodukte nicht ausrechnet, sondern abliest und abschreibt und dann die Einzelwerte addiert.

Indessen gewährt auch diese Rechentafel kein vollkommenes Hilfsmittel für das praktische Rechnen; denn es erfordert erstlich das Aufsuchen der Teilwerte und Abschreiben derselben eine geraume Zeit, und zweitens kann das mechanische Addieren nach der gewöhnlichen Multiplikationsmethode nicht umgangen werden. Wenn auch die Vorzüge dieser Rechentafel nicht in Abrede gestellt werden sollen, so dürfte man doch bei vorurteilsloser Prüfung zugestehen müssen, dass das Rechnen nach der *Doms*schen Rechenmethode, welche von dem Sohne des Erfinders in einem im Verlage von *Rudolf Mewes*, Patent- und technisches Bureau, Berlin, Pritzwalkerstrasse 14, erschienenen Buche auseinander gesetzt ist, verschiedene Vorteile vor dem Verfahren nach der *Zimmermann*'schen Rechentafel voraus hat.

Erstlich braucht man nach der *Doms*'schen Methode die Teilprodukte, wie dies bei den gewöhnlichen Multiplikationsmethoden und auch bei der eben erwähnten geschieht, nicht besonders hinzuschreiben, sondern entwickelt nach einem höchst einfachen Additionsschema auf Grund klarer Anschauung aus dem Multiplikandus und Multiplikator die Ziffern des Resultats, von links nach rechts, also von der höchstwertigen Stelle nach der Einerstelle hin. Zum Vergleich lasse ich hier ein Beispiel für die Anwendung der *Zimmermann*'schen Rechentafel folgen und stelle daneben die Ausrechnung desselben Produktes nach der *Doms*schen Methode. In dem ersten Beispiel sind die Zahlen, welche nur zur Erläuterung dienen, bei der wirklichen Ausführung also *nicht* hingeschrieben werden, mit kleineren Ziffern gedruckt:

1. *Zimmermann*:

Gesucht das Produkt . . .		872 × 487593
Spalte 872, Zeile 48		41856
	75	65400
	93	81096
		= 425181096

2. *Doms*:

```
 487593
 × 872
---------
302960096
122221
---------
425181096
```

Die Vergleichung lässt erkennen, dass man in diesem speziellen Beispiele nach beiden Methoden dieselbe Anzahl von Ziffern zu schreiben hat, während bei grösseren Multiplikationen die *Doms*'sche Methode der *Zimmermann*'schen auch noch in diesem Punkte überlegen ist. Die Zahlen in dem zweiten Beispiele unter dem Multiplikationsstrich erhält man durch Addition der entsprechenden Ziffern einer kleinen Vorziffer- und Nachziffertabelle, welche das „Einmaleins" ersetzt. Nach einiger Uebung gebraucht man diese Tabelle nicht mehr, da man die Vor- und Nachziffern der Produkte der Zahlen von 1 bis 9 im Kopf hat, und kann sogar die Ziffern des Resultats direkt hinschreiben.

Namentlich für solche Berufszweige, in denen der Beamte oder Geschäftsmann viel zu multiplizieren und zu dividieren hat, dürfte daher die *Doms*'sche Methode von grosser Wichtigkeit und praktischem Nutzen sein.

Da die Reihenfolge, in welcher man bei der *Doms*'schen Methode die Teilprodukte des Resultats bestimmt, ganz willkürlich ist, so kann man auch die Multiplikation entsprechend dem alten Verfahren von rechts nach links beginnen. In diesem Falle fallen die zwischen den Multiplikationsstrichen stehenden Ziffern ohne weiteres fort; indessen ist es des methodischen Zusammenhangs wegen namentlich mit Rücksicht auf die Division ratsamer, die Multiplikation von links nach rechts auszuführen, da dies überdies auch dem Gang des Rechnens besser entspricht.

Auf die Divisionsmethode nach *Doms* gehe ich hier nicht näher ein, sondern weise nur darauf hin, dass dieselbe entsprechend der Multiplikation von ausserordentlicher Kürze ist, und meistens nach erlangter Uebung das direkte Hinschreiben des Quotienten ermöglicht. Für das Potenzieren zur zweiten und dritten Potenz sind allerdings besondere Verfahren angegeben, indessen lassen sich die Resultate durch ein bezw. zweimaliges Multiplizieren nach der eben kurz skizzierten Methode ebenso schnell und leicht finden. *Doms* unterscheidet im Einmaleins bei den Resultaten Vorziffer und Nachziffer oder Zehner und Einer; so ist z. B. in $\begin{array}{r} 4 \\ \times\ 8 \\ \hline = 32 \end{array}$ die 3 die Vorziffer, und die 2 die Nachziffer. Die Multiplikation erfolgt nun, wenn wir das obige Beispiel zur Erklärung benutzen, so, dass man zunächst aus den beiden höchstwertigen Ziffern des Multiplikators und Multiplikandus, d. h. aus 8 und 4 die Vorziffer 3 unter die höchstwertige Ziffer des Resultats setzt; sodann zählt man zu



der Vorziffer des Produktes $\overset{4}{\times}\ 7$ die Nachziffer der Produkte $\overset{4}{\times}\ 7$ und $\overset{8}{\times}\ 8$ hinzu und setzt die Vorziffer der erhaltenen Summe, nämlich 1, unter die 3, die Nachziffer 0 dagegen rechts neben die 3; hierauf summiert man die Nachziffer der beiden letzten Produkte und zählt dazu die Vorziffer der Produkte aus $\underline{\overset{4}{\times}\ 2}$ und $\underline{\overset{8}{\times}\ 7}$ und $\underline{\overset{7}{\times}\ 8}$, schreibt die Vorziffer der erhaltenen Summe unter die Null, die Nachziffer dagegen rechts daneben; nun bildet man wieder, wie vorher die Summe der Nachziffern der drei letzten Produkte und addiert dazu die Summe der Vorziffern der Produkte auch $\underline{\overset{8}{\times}\ 2}$, $\underline{\overset{7}{\times}\ 7}$ und $\underline{\overset{5}{\times}\ 8}$ und schreibt die Vor- und Nachziffer in derselben Weise wie vorher zum Resultat an u. s. w. Denkt man sich die Ziffern des Multiplikandus und des Multiplikators von links nach rechts der Reihe nach mit 1, 2, 3 . . . bezeichnet, so kennzeichnet folgendes Schema, in welchem die oberen Zahlen die Zifferstellen des Multiplikandus, die unteren diejenigen des Multiplikators bedeuten, die Reihenfolge der Rechenoperationen zur Ermittelung der einzelnen Produktziffern. Von den vertikal untereinander stehenden Zahlen sind die Vorziffern zu bilden, während aus den schräg von links nach rechts stehenden Zahlen die Nachziffern zu bilden sind.

$$\begin{pmatrix}1\\1\end{pmatrix} \quad \begin{pmatrix}1&2\\2&1\end{pmatrix} \quad \begin{pmatrix}1&2&3\\3&2&1\end{pmatrix} \quad \begin{pmatrix}1&2&3&4\\0&3&2&1\end{pmatrix}$$

$$\begin{pmatrix}1&2&3&4&5\\0&0&3&2&1\end{pmatrix} \quad \begin{pmatrix}1&2&3&4&5&6\\0&0&0&3&2&1\end{pmatrix}$$

$$\begin{pmatrix}1&2&3&4&5&6&0\\0&0&0&0&3&2&1\end{pmatrix} \quad \begin{pmatrix}1&2&3&5&6&0&0\\0&0&0&0&3&2&1\end{pmatrix}$$

$$\begin{pmatrix}1&2&3&4&5&6&0&0&0\\0&0&0&0&0&0&3&2&1\end{pmatrix}$$

Die Nullen bedeuten nicht mehr vorhandene Ziffern, haben also keinen Einfluss.

Die Summenwerte der einzelnen Klammern des vorstehenden Schemas befinden sich in dem gewählten Beispiel der Reihe nach von links nach rechts unter dem Multiplikationsstrich. Es dürfte nicht schwer fallen, sich aus der vorstehenden Darstellung eine klare Vorstellung über den Gang der Multiplikation zu bilden.

Dividieren.

Die neue Divisionsmethode hat zu ihrer notwendigen Voraussetzung die eben gekennzeichnete Multiplikationsmethode; ausserdem wird gleich mit der Rechnung selbst ein Probeverfahren vereinigt, so dass der Rechner sich stets selbst kontrolliert, und so gegen Rechnenfehler geschützt wird. Bei der Division hat man jedesmal, wenn man eine Quotientziffer gefunden hat, gemäss dem obigen Multiplikationsverfahren für die höchstwertige und die nächst niedrige Stelle des Produktes aus dem Divisor und der ersten Quotientziffer die Teilprodukte, bezw. wenn schon mehr Quotientziffern bestimmt sind, stets die den beiden ersten Stellen des Teildividenden entsprechenden Teilprodukte aus dem Divisor und den in Betracht kommenden Quotientziffern zu bilden und hierzu die bezüglichen Ziffern zu addieren, welche man aus den jedesmaligen Ziffern des Dividendus durch Ergänzung bis zur zehn erhält.

Das Anschreiben des Additionsergebnisses des ersten Teils eines Dividends, sowie das neue Vortragen der Einheit eines ganzen Teildividends kann erspart bleiben, wie nachstehendes Beispiel zeigt:

1. 3715614043827
: 718293
5172839
73954970
924843
2142
35794613
41526
111111106

2. 3715614043827
: 718293
5172839
73985788478143

Auch auf das Radizieren nach der *Doms*'schen Methode an dieser Stelle einzugehen, würde zu weit führen; es muss in dieser Hinsicht auf das Buch verwiesen werden. Schüler von 8 bis 10 Jahren, welche ich im Jahre 1892/93 an der *Wagner*'schen Mittelschule in Berlin unterrichtete, lernten nach der *Doms*'schen Methode sehr schnell multiplizieren und dividieren. Von einem weiteren praktischen Versuch, abgesehen von denjenigen des Autors an seiner Wiener Handelsschule, ist mir nichts bekannt geworden, obgleich dies meines Erachtens höchst wünschenswert ist.

Bücherschau.

Die chemische Untersuchung der Grubenwetter. Kurzgefasste Anleitung zur Ausführung von Wetteranalysen nach einfachen Methoden. Zum Gebrauche für Bergingenieure bearbeitet von Dr. *Otto Brunck*, a. o. Professor an der K. S. Bergakademie zu Freiberg. Freiberg i. S. Verlag von Graz und Gerlach (Joh. Stettner). 1900. Preis 3 M.

Das leicht verständlich gehaltene Buch behandelt bei knapper Form in vier Kapiteln die Bestandteile der Grubenwetter, die Probeentnahme, die Bestimmung der wichtigsten Gase und die Einrichtung des Arbeitsraumes. Obgleich das Werk hauptsächlich als Anleitung zur Untersuchung der Grubenwetter dem Bergingenieur dienen soll, wird es auch den Werksleitern auf jenen Werken, welche grössere Feuerungsanlagen in Betrieb haben, ein Leitfaden zur Ausführung von Rauchgasanalysen bezw. zur Kontrolle der Feuerungsanlagen sein können.

Die Bestandteile der den Bergingenieur vornehmlich interessierenden wichtigsten Gase sind eingehend erörtert, etwas knapp ist dagegen die Probeentnahme behandelt, jedoch wird die Anleitung ausreichen, um den Bergingenieur mit der Art der Probeentnahme bekannt zu machen. Die Methoden zur Bestimmung der wichtigsten Gase sind für den technischen Zweck recht ausführlich und in leicht verständlicher Form behandelt. Für den Bergingenieur wird die volumetrische Bestimmung der Gase in den meisten Fällen ausreichend genaue Resultate liefern und daher auch bei der Einfachheit der Methode meist bevorzugt werden. In diesem Abschnitt hätte vielleicht der Bergingenieur mit dem für Gasuntersuchungen so handlichen und beliebten Orsat-Apparat bekannt gemacht werden sollen.

Da, wo es sich um möglichst genaue Bestimmung der in Frage kommenden Gase handelt, wird der Bergingenieur bei einiger Uebung in der Lage sein, nach der Anleitung die Methode der titrimetrischen Bestimmung sich anzueignen. Diese Methode ist klar behandelt und mit Beispielen belegt.

Die wichtige Bestimmung des Staubgehaltes in den Grubenwettern ist in einfacher und klarer Weise gebührend berücksichtigt.

Das Buch wird dem Bergingenieur ein recht willkommener Leitfaden sein, ihn mit den Methoden der systematischen Untersuchung der Grubenwetter bekannt und vertraut zu machen. Bei der grossen Wichtigkeit der regelmässigen Untersuchung und der Kenntnis der Grubenwetter für die Sicherheit des Betriebes wird die Arbeit von den leitenden Grubenbeamten gewiss mit Interesse gelesen werden. *B.*

Patentschutz im In- und Auslande. Nachsuchung, Aufrechterhaltung und Verwertung von Erfindungspatenten, für den praktischen Gebrauch erläutert von *L. Glaser*. Erster Teil: Europa. Berlin, G. Siemens, 1899. Preis geb. 5 M., brosch. 4 M.

Aus langjähriger Patentpraxis hat der Verfasser die Ueberzeugung gewonnen, dass die hauptsächlichsten Interessen des Patentsuchers und -Inhabers sich in einer Reihe Fragen fassen lassen (19 an der Zahl). Diese Fragen sucht er zu beantworten jedesmal, wie er die Bestimmungen eines jeden Einzellandes erläutert. Der vorliegende erste Teil des Werkes behandelt sämtliche Staaten Europas. Im zweiten Teile sollen alle übrigen Staaten Platz finden. Die Konstruktion des Werkes ist eminent praktisch. Das Werk beginnt mit einer allgemeinen Uebersicht, wobei der Nutzen betont wird, den die Beratung mit einem erfahrenen Anwalt bringt. Neben den zahlreichen Werken, die in ähnlicher Weise die Patentbestimmungen verschiedener Staaten erläutern, wird das vorliegende Werk doch jedem Patentinteressenten willkommen sein. *P. K. v. E.*

Arnold Bergsträsser Verlagsbuchhandlung (A. Kröner) Stuttgart.

Druck der Union Deutsche Verlagsgesellschaft ebendaselbst.



DINGLERS
POLYTECHNISCHES JOURNAL.

81. Jahrg., Bd. 315, Heft 35. Stuttgart, 1. September 1900.

Jährlich 52 Hefte in Quart. **Abonnementspreis** vierteljährlich 6 M., direkt franko unter Kreuzband für Deutschland und Oesterreich 6 M. 65 Pf., für das Ausland 7 M. 30 Pf. Redaktionelle Sendungen und Mitteilungen bittet man zu richten: An die Redaktion von „Dinglers Polytechn. Journal" in Stuttgart, die Expedition betreffende Schreiben an Arnold Bergsträsser Verlagsbuchhandlung (A. Kröner) Stuttgart.



Die besonderen Verkehrsmittel der Pariser Weltausstellung.

Da es mit Rücksicht auf das Wesen der Weltausstellungen zu deren Hauptaufgaben gehört, grosse Menschenmengen — und vorher, sowie nachher wohl auch beträchtliche Mengen von aussergewöhnlich wertvollen Gütern — aus allen Richtungen an einem bestimmten Punkte zu sammeln, so bedürfen sie als *sine qua non* der werkthätigen Beihilfe zweckdienlicher und angemessen reichlicher Verkehrsmittel, umgekehrt wird aber auch ihrerseits auf die Entwickelung des diesfälligen örtlichen Bestandes in der Regel eine wohlthätige, anregende Rückwirkung ausgeübt. Als hervorragende Beispiele dafür haben wir bereits seinerzeit an dieser Stelle drei ganz aussergewöhnlich bedeutende und eigenartige Eisenbahnanlagen der näheren Besprechung unterzogen, für die allerdings schon seit Jahren verschiedene Entwürfe vorlagen, deren thatsächliches Zustandekommen und deren baldige Vollendung aber doch nur als das Verdienst der diesjährigen Pariser Ausstellung erkannt werden müssen. Es sind dies die neuen Westbahnlinien *Champ de Mars-Courcelle* und *Aux Invalides-Issy-Viroflay* (vgl. S. 10 d. Bd.), dann die Verlängerung der Orleansbahn vom alten Bahnhofe *Quai d'Austerlitz* bis zum *Quai d'Orsay* (S. 23 d. Bd.) und die Strecken *Porte de Vincennes-Porte Dauphine* mit den Abzweigungen *Place de l'Étoile-Porte Maillot* und *Place de l'Étoile-Place de Trocadéro* der Pariser Metropolitanbahn (S. 8 d. Bd.), fast durchwegs unterirdische Anlagen und hervorragend interessante Kunstbauten. Davon waren die zwei erstgenannten Vollbahnstrecken denn auch rechtzeitig betriebsbereit, so dass sie bereits bei der grossen Güterzustreifung für die Ausstellungsinstallation teilweise mitzuwirken vermochten, wogegen die an dritter Stelle genannte ausschliesslich für die Personenbeförderung geschaffene Stadtbahnstrecke, welche die Hauptplätze der Ausstellung mit dem im Parke von Vincennes unterderen Verlauf Fig. 1 ersehen lässt, mit den nachstehenden Stationen dem öffentlichen Verkehr übergeben:

a) Zwischen *Porte de Vincennes* und *Porte Maillot*:

	Von der Vorstation entfernt
Porte de Vincennes, überwölbt	
Place de la Nation, überwölbt	881,16 m
Reuilly, überwölbt	824,08 „
Gare de Lyon, mit Eisenrost eingedeckt .	824,08 „
Place de la Bastille, unter freiem Himmel	889,60 „
Saint-Paul, eingewölbt	761,48 „
Hôtel de Ville, mit Eisenrost eingedeckt .	591,90 „
Châtelet, eingewölbt.	570,03 „
Louvre, mit Eisenrost eingedeckt . . .	456,64 „
Palais Royal, mit Eisenrost eingedeckt . .	356,58 „
Tuileries, mit Eisenrost eingedeckt . . .	315,40 „
Concorde, mit Eisenrost eingedeckt . . .	426,81 „
Champs Élysées, mit Eisenrost eingedeckt .	810,03 „
Rue Marbeuf, überwölbt	548,09 „
Avenue de l'Alma, überwölbt	550,14 „
Place de l'Étoile, überwölbt	493,19 „
Rue d'Obligado, überwölbt	444,35 „
Porte Maillot, überwölbt	384,61 „

b) Zwischen *Place de l'Étoile* und *Porte Dauphine*.

	Von der Vorstation entfernt
Place de l'Étoile, überwölbt	
Place Victor Hugo, überwölbt	961,04 m
Porte Dauphine, überwölbt	612,84 „

c) Zwischen *Place de l'Étoile* und *Trocadéro*.

	Von der Vorstation entfernt
Place de l'Étoile, überwölbt	
Avenue Kleber, überwölbt	488,85 m
Rue Boissière, überwölbt	488,85 „
Place du Trocadéro, überwölbt	450,30 „

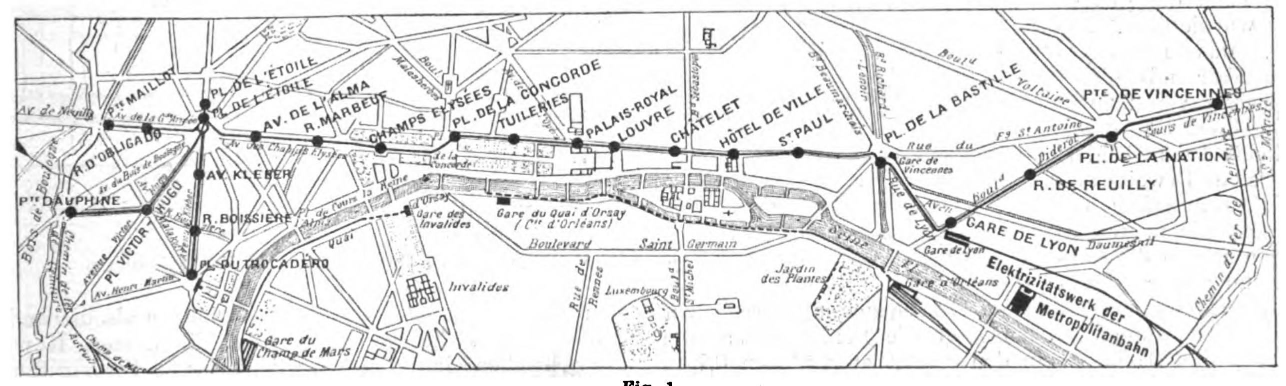


Fig. 1.
Verlauf und Stationsplan der Pariser Metropolitanbahn.

gebrachten Annex der Ausstellung sozusagen direkt verbindet, erst am 19. Juli 1900 eröffnet worden ist.

I. Die Pariser Metropolitanbahn.

Von den projektierten bezw. konzessionierten 62 km der Pariser Metropolitanbahn sind derzeit nahezu 14 km,

Von allen 24 Stationen liegt also ersichtlichermassen nur eine einzige unter offenem Himmel und zwar auf einem Damme, während alle übrigen mehr oder minder tief unter dem Strassenniveau verdeckt eingebettet sind. Die grösste Steigung dieser Strecken, nämlich 0,04 m pro Meter, befindet sich vor und hinter der Station *Place de la Bastille*



anlässlich der Ueberschreitung des *St. Martin Kanals*. Am tiefsten liegen die Geleise an der *Place de l'Etoile*, wo sich zwei Linien der Metropolitanbahn untereinander kreuzen und die Differenz zwischen der Schienenoberkante der tieferen Strecke und dem Strassenniveau 16 m beträgt. Wie wir bereits im früher erwähnten Berichte hervorgehoben, haben alle Endstationen der durchwegs doppelgeleisigen Pariser Metropolitanbahn die Anordnung einer birnförmigen, in sich selbst zurückkehrenden Schleife. An diesen Stellen werden natürlich die Tunnelanlagen nur eingeleisig ausgeführt, während sie auf offener Strecke stets doppelgeleisig sind; in den ersteren beträgt der kleinste vorkommende Radius des Bahngeleises 30 m, in den letzteren 50 m. Wie der in Fig. 2 dargestellte Querschnitt

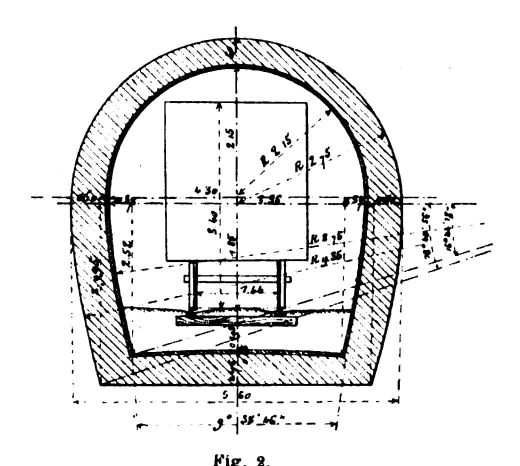


Fig. 2.
Querschnitt der eingeleisigen Tunnels der Pariser Metropolitanbahn.

zeigt, besteht die Decke der *eingeleisigen* Tunnels aus einem halbkreisförmigen Tonnengewölbe von 2,15 m lichtem Halbmesser, das am Scheitel 50 und an den beiden Anläufen 60 cm stark ist; dasselbe stützt sich auf die zwei ebenfalls 60 cm starken, 3 m hohen bogenförmigen Seitenwände, welche durch ein wagerecht fundiertes, schwach nach aufwärts gekrümmtes, am Scheitel 0,475 m starkes Sohlengewölbe verspannt sind. Die Gesamthöhe vom Scheitel des letzteren bis zum Scheitel der Decke beträgt 4,60 m und wird für jene eingeleisigen Tunnelstellen, welche in Krümmungen von 30 m liegen, um 0,10 m grösser, weil daselbst zwar die Form des Querschnittes im wesentlichen ganz die gleiche bleibt, wie sie Fig. 2 darstellt, das Deckengewölbe aber mit einem Halbmesser von 2,25 m durchgeführt ist, damit der lichte Raum beiderseits eine Erweiterung von je 10 cm erhält, die in diesen kleinsten Krümmungen wegen der Sehnenstellung der Eisenbahnfahrzeuge erforderlich wird. In den zuerst besprochenen eingeleisigen Tunnelstrecken liegt die Schienenoberkante der Fahrbahn 0,595 m, in den zuletzt angeführten 0,7 m über dem Scheitel des Sohlengewölbes. Für die normalen *zweigeleisigen* Tunnelstrecken (Fig. 3) sind elliptische Gewölbedecken von 7,10 m Spannweite und 2,07 m Pfeilhöhe in Verwendung gekommen; die sich anschliessenden bogenförmigen Seitenwände besitzen 2,91 m Höhe und 0,75 m Stärke, dieselbe Stärke, welche auch das Deckengewölbe an den beiden Anläufen aufweist, wogegen es am Scheitel nur 0,55 m stark ist. Den Abschluss an der Sohle bildet ein wagerecht fundiertes, konkaves Fussgewölbe von 0,50 m Scheitelstärke. Die Gesamthöhe in der mittleren Querschnittachse beträgt 5,20 m; die Schienenoberkanten liegen in gerader Bahnstrecke 0,70 m über dem Scheitel des Fussgewölbes, auf welchem ein 30 cm starkes Entwässerungsrohr verlegt ist.

Zur Aufnahme des Oberbaues, den Fig. 4 in Draufsicht ersichtlich macht, dient ein reines Kiesbett aus Flussschotter von 0,58 m mittlerer Höhe. Die für die Fahrgeleise benutzten Schienenstränge bestehen aus 15 m langen stählernen Vignol-Schienen, deren Höhe 150 mm beträgt,

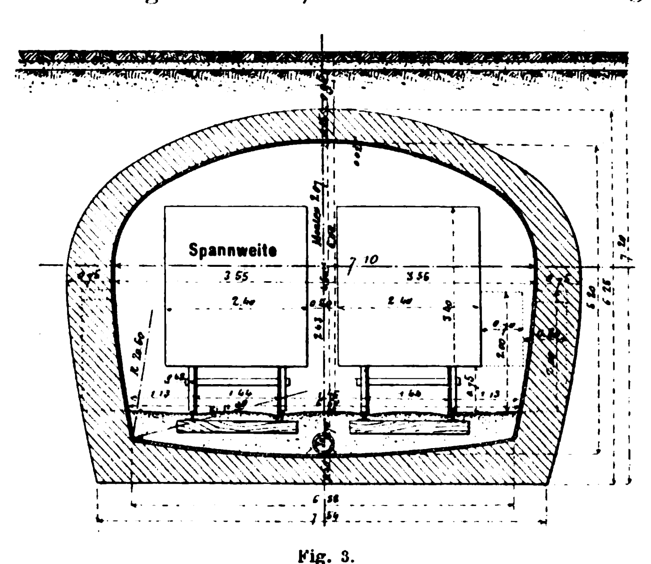


Fig. 3.
Querschnitt der normalen doppelgeleisigen Tunnels der Pariser Metropolitanbahn.

und die am Kopfe 65, im Stege 16 und am Fusse 150 mm breit sind, und pro laufenden Meter 52 kg wiegen. Die Geleise haben die Normalspur pro 1,44 m und sind mittels Tirefonds und Unterlagsplatten auf 2,20 m langen, mit Kreosot getränkten, hölzernen Querschwellen befestigt, die zunächst der Schienenstösse in vier Feldern 0,74 m und sonst überall 0,985 m weit voneinander liegen. Jede dritte oder vierte Schwelle ist um 30 cm länger als die anderen und steht mit diesem Stücke über die äussere Kopfseite der Schwellenreihe vor. Hier liegt der als Stromzuführung dienende dritte Schienenstrang, von dem die Motorfahrzeuge den Betriebsstrom mittels schleifender Bügel abnehmen. Als Rückleitung dienen die Schienenstränge der Fahrgeleise, deren Leitungsfähigkeit zu diesem Behufe — gleichwie bei den Stromzuführungssträngen — an den in gewöhnlicher Weise mit Laschen und Schrauben hergestellten Schienenstössen durch vier eingenietete Kupferdrahtstücke von je 15 mm Durchmesser erhöht und versichert wird. Die Unterlagsplatten sämtlicher drei bezw.

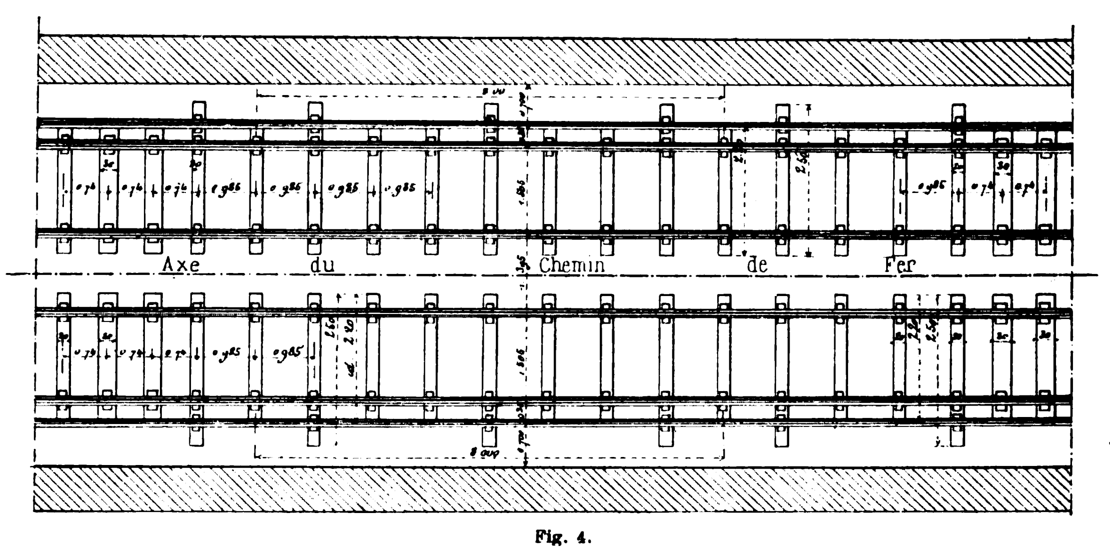


Fig. 4.
Geleiseanordnung in den normalen doppelspurigen Tunnels der Pariser Metropolitanbahn.

sechs Schienenstränge haben ohne Unterschied 242 mm Länge, 130 mm Breite und 14 mm Stärke; jede Schiene ist samt der Unterlagsplatte an jeder Schwelle mit drei

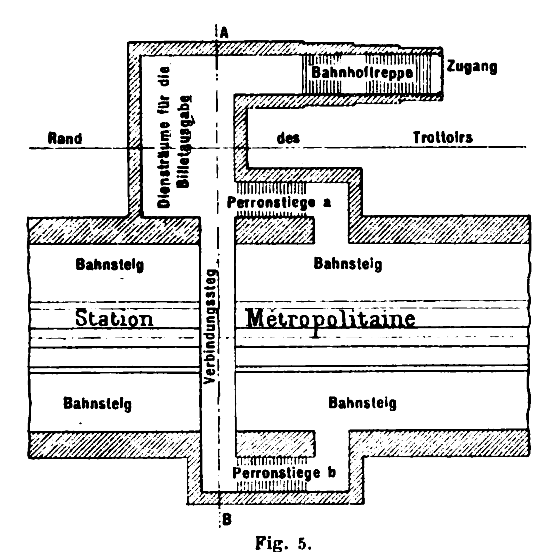


Fig. 5.

Grundriss einer normalen überwölbten Station.

160 mm langen, 16 mm starken Kopfschrauben (Tirefonds) festgemacht. Eine andere Isolierung als die Kreosottränkung der Holzschwellen wird vorläufig nicht angewendet.

Für die *Endstationen* sind stets zwei getrennte Anhaltestellen, d. h. in jedem der beiden Schleifenschenkel eine Bahnsteiganlage vorgesehen (vgl. Fig. 2 S. 9), wovon die eine von den einsteigenden, die andere von den aussteigenden Fahrgästen benutzt wird. Je nach den örtlichen Verhältnissen weist in den drei Endstationen *Port Maillot*, *Port Dauphine* und *Port Vincennes* nur die Lage der Zutrittsstiege einige geringfügige Abweichungen auf, während alles übrige im wesentlichen gleich bleibt. Ganz eigentümlich ist hingegen die an der *Place de l'Étoile* angelegte, mit zwei Mittelstationen kombinierte Endstation, bei welcher die endgültige Ausführung nicht nur von den übrigen Endstationen völlig abweicht, sondern auch gegenüber dem ursprünglichen Projekte (vgl. Fig. 3 S. 10) einschneidende Aenderungen erfahren hat, auf welche wir späterhin des näheren zurückkommen werden. Für die *Mittelstationen* kamen zweierlei Ausführungsnormalien zur Anwendung, nämlich das eine (Fig. 5 und 6) für die elf tieferliegenden Stationen, welche tunnelartig durchgeführt sind, und ein zweites (Fig. 7, 8 und 9) für die sieben seichteren Stationen, die eine Decke von rostförmig angeordneten Stahlblechträgern haben, deren Felder mit Ziegel in schwachen Bögen oder flach ausgemauert sind. Das elliptische Deckengewölbe der zuerst angeführten Stationen (Fig. 5 und 6) hat 14,14 m Spannweite und 3,50 m Pfeilhöhe; dasselbe stützt sich direkt auf das gleichfalls elliptische Sohlengewölbe, welches aber nur 2,20 m Pfeilhöhe besitzt, so dass sich in der senkrechten Mittelachse des Querschnittes (Fig. 6) die Gesamthöhe auf 5,70 m belauft. An den Gewölbeschlüssen ist die Decke 0,70 m, die Sohle 0,50 m stark, während die Wanddicke an den Gewölbeanläufen 2,00 m beträgt. Die inneren Gewölbeflächen sind in der unteren Hälfte mit einer 2 cm starken Cementschicht überkleidet, in der oberen hingegen — ganz so, wie es in den laufenden Tunnelstrecken der Fall ist — aus hygienischen Gründen, und um die Beleuchtungswirkungen zu erhöhen, mit glasierten Ziegeln oder mit milchweissen Klinkern ausgemauert. Für die Bahnsteige, welche durch eine galerieartige, eingewölbte Untermauerung getragen werden, die sich rechts und links neben dem Doppelgeleise an der Basis des Stationstunnels hinziehen, ist die Breite durchaus mit 4 m und die Höhe über Schienenoberkante mit 0,95 m bemessen; von der Tunnelwand bis gegen die Geleise hin besitzen sie ein Gefälle von 0,5 cm pro Meter und ihre Abschlusskante wird von einem granitenen, 18 cm hohen, mit einem Ausladungsgesimse versehenen Randstein

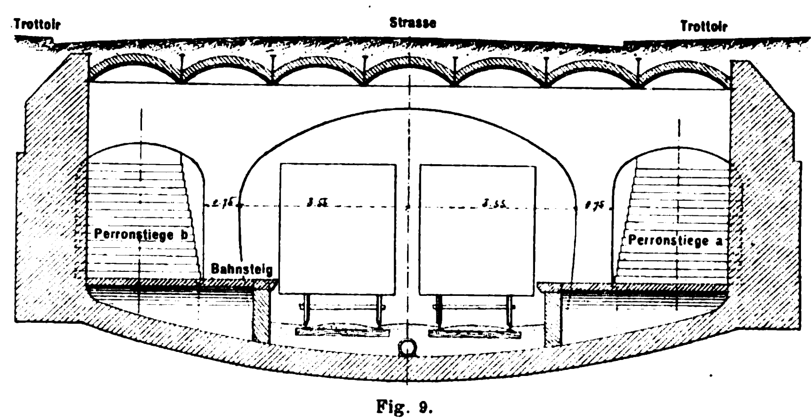


Fig. 9.

Querschnitt G H der normalen, mit Stahlblechroste eingedeckten Station.

eingesäumt, der fast unmittelbar bis an das Profil der Fahrzeuge hinanreicht, bei denen der Austritt, d. i. die Fläche des Fussbodens, etwa 15 cm höher liegt als das Randsteinniveau des Bahnsteiges, so dass das Ein- und Aussteigen aufs allerbequemste bewerkstelligt werden kann. Wie der Grundriss (Fig. 5) zeigt, befindet sich der am Trottoir des nächsten Häuserblocks oder an einer sonstigen geeigneten Stelle der Strasse über Tag angebrachte Zugang zur Station *seitlich* der Stationsanlage; ob derselbe jedoch diesseits oder jenseits liegt, oder ob die Achse der 3 m breiten Bahnhofstreppe nach vorwärts oder rückwärts gerichtet ist, wird natürlich erst von den örtlichen Verhältnissen bestimmt. Die Haupttreppe führt zuförderst zu den weiteren 3,5 m über Schienenhöhe liegenden Zugängen und einem Dienstraume, der innerhalb beiläufig 48 qm eine Art Wartezimmer und einen Schalter für die Billetkasse, auf einigen Stationen aber auch noch ein paar kleine Läden, nämlich eine Wechslerbude und einen Buch- und Zeitungsverschleiss enthält. Von hier gelangt man direkt zu der Perronstiege a und mittelbar, d. h. über einen die Bahnlinie senkrecht überquerenden Steg zur Perronstiege b; alle diese Verbindungswege besitzen eine lichte Weite von 2,65 m. Die beiden Wände des im ganzen 18 m langen Steges sind auf dem Deckengewölbe der Station aufgebaut und an der Decke, wie Fig. 6 ersehen lässt, durch ein flaches Gewölbe abgeschlossen. Jene Teile der Stegwände, welche in den lichten Raum der Stationsanlage hineinreichen, sowie die Bahn des Steges selbst sind aus Holz und Stahl oder teilweise auch aus

Fig. 7.

Grundriss einer normalen, mit Stahlblechroste eingedeckten Station.

eisenarmiertem Cementguss hergestellt und auf Tragsäulen aufgehängt.

An dem zweiten, in Fig. 7 bis 9 dargestellten Normale für Stationsanlagen liegt die Besonderheit in der Deckenkonstruktion der Einsteighalle, welche eine Spannweite von 13,5 m besitzt. Die beiden Widerlagsmauern, welche die Decke tragen (vgl. Fig. 9), haben bis zur Höhe von 5,75 m vom Fusse an 1,50 m und weiter aufwärts 1,30 m Wandstärke; ihre Verbindung an der Sohle vermittelt ein elliptisches, am Scheitel 0,5 m starkes Sturzgewölbe von 13,5 m Spannweite und — 1,5 m Pfeilhöhe. Die Hauptträger des Deckengerippes liegen senkrecht auf die Richtung des Bahngeleises in Abständen von je 5,7 m voneinander und bestehen aus zwei 1,02 m hohen, dreilamelligen Doppel-**T**-Trägern aus Stahlblech, die mit acht Winkelblechen und zwei 70 cm breiten Verbindungsblechen zu einer prismatischen Röhre vernietet sind; ihre Enden ruhen in der Mauer auf besonderen Widerlagsquadern von 1,30 m Breite und 0,75 m Höhe. Untereinander stehen die geschilderten Hauptträger durch angenietete Längsträger, einfache gewalzte Doppel-**T**-Träger, in Verbindung, die 1,93 m weit voneinander liegen, so dass die ganze Deckenkonstruktion einen Rost aus rechteckigen Feldern bildet, die 4,70 m lang, 1,93 m breit sind; diese Rahmen werden mit Ziegeln ausgewölbt, mit Cementmörtel abgeglichen und bis zur Pflasterhöhe der Strasse mit Erdmaterial beschüttet. Wie aus Fig. 7 hervorgeht, führt die 3 m breite Zugangstreppe wieder zuerst zu dem Warteraume und Billetschalter, sodann durch einen je nach der örtlichen Situation mehr oder minder langen, gleichfalls 3 m breiten Verbindungsgang direkt zur Perronstiege *a* und durch Vermittelung eines Steges, der das Bahnprofil senkrecht kreuzt, zur Perronstiege *b*. Die letztgenannten Wege haben wie im

Fig. 6. Querschnitt einer normalen, überwölbten Station.

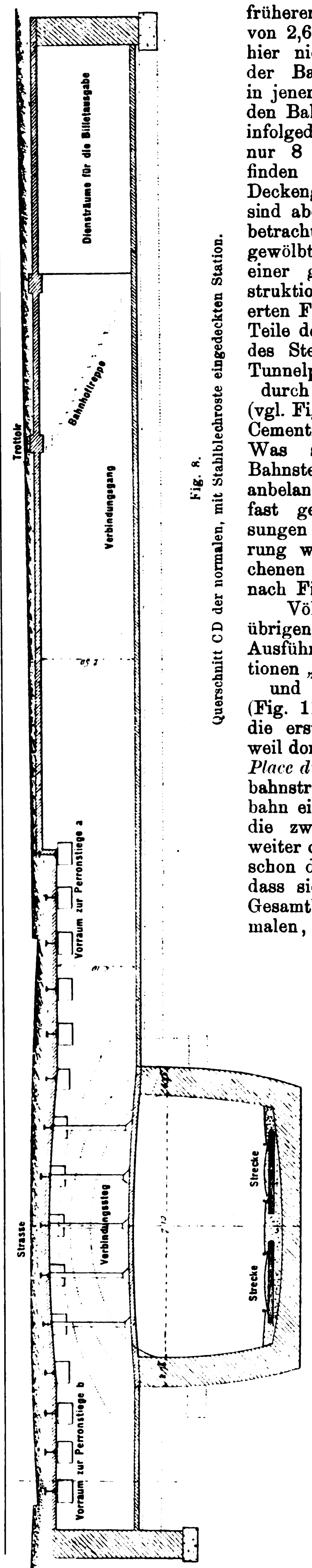


Fig. 8. Querschnitt CD der normalen, mit Stahlblechroste eingedeckten Station.

früheren Falle nur eine Breite von 2,65 m. Für den Steg, der hier nicht in den Querschnitt der Bahnsteiganlage, sondern in jenen des Tunnels der laufenden Bahn eingelegt ist, genügt infolgedessen eine Länge von nur 8 m; seine Seitenwände finden ihr Auflager auf dem Deckengewölbe des Tunnels, sie sind aber nicht wie beim früher betrachteten Normale mit einer gewölbten Decke, sondern mit einer gewöhnlichen Eisenkonstruktion, mit flach ausgemauerten Feldern abgedeckt. Jene Teile der Wände und der Bahn des Steges, die in das lichte Tunnelprofil fallen, sind wieder durch Hängesäulen getragen (vgl. Fig. 8) und aus armiertem Cementmauerwerk hergestellt. Was schliesslich die beiden Bahnsteige und die Geleisanlage anbelangt, so haben dieselben fast genau dieselben Abmessungen und die gleiche Ausführung wie bei der oben besprochenen normalen Stationsanlage nach Fig. 5 und 6.

Völlig abweichend von allen übrigen Mittelstationen sind die Ausführungen der beiden Stationen *„Gare de Lyon"* (Fig. 10) und *„Place de la Bastille"* (Fig. 11). Davon ist nämlich die erstere eine Doppelstation, weil dort seinerzeit die von der *Place d'Italie* kommende Kreisbahnstrecke der Metropolitanbahn einmünden wird, während die zweitgenannte, wie schon weiter oben erwähnt worden ist, schon dadurch sich auszeichnet, dass sie oberirdisch liegt. Die Gesamtbreite der mit einer normalen, früher beschriebenen Stahlträgerrostdecke überspannten Station *„Gare de Lyon"* beträgt 23,90 m, weshalb zur Unterstützung der querliegenden Hauptträger zwei Reihen doppelter Tragsäulen eingestellt sind. Die Lage der Geleise ist nämlich, wie der Querschnitt (Fig. 10) ersehen lässt, derart angeordnet, dass das linke Geleise der Nebenlinie unmittelbar neben dem linken Widerlager seinen Platz hat, wozu ein 3,20 m breiter Teil des Gesamtquerschnittes Verwendung findet; daneben liegt ein 6 m breiter Doppelbahnsteig. Unmittelbar daranstossend liegt das rechtsseitige Geleise der Nebenlinie und daneben das linke Geleise der Hauptstrecke, für welche zwei Geleise ein 5,50 m breiter Teil des

Profils benutzt ist. Rechts davon schliesst sich wieder ein 6 m breiter Doppelbahnsteig und schliesslich das rechtsseitige Geleise der Hauptstrecke an, das ebenfalls 3,2 m

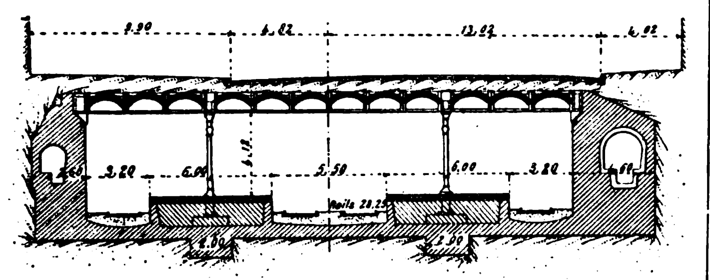


Fig. 10.
Querschnitt der Station „Gare de Lyon".

Breite erfordert. Da die Tragsäulen der Deckenkonstruktion genau in der Mittellinie der beiden Bahnsteige liegen, beträgt also die Spannweite zwischen den zwei Säulenreihen 11,50 m und der Abstand zwischen jeder Säulenreihe und der nächsten Stützmauer 6,20 m. Zu den beiden Inselperrons führen abgesonderte Stiegen. In der Station *Place de la Bastille* sind die Bahnsteige wieder beiläufig so, wie in Fig. 5, nämlich 4 m breit rechts und links vom normalen Doppelgeleise angeordnet, das zu beiden Seiten der Station in Bögen von 50 m einmündet; die ganze Bahnsteiganlage breitet sich auf den zwei eigens für die Zwecke der Metropolitanbahn erbauten Quaidämmen des Arsenalbassins und auf der 5,16 m weiten Gitterwerksbrücke aus, die diese beiden Dämme verbindet; die Schienenoberkante liegt daselbst fast 3,0 m über dem Wasserspiegel. Von dem auf der Wasserseite aus Eisen und Holz erbauten Dienstgebäude mit dem Wartesaal, dem Billetschalter und ein paar kleinen Läden gelangt man direkt zum linksseitigen Bahnsteig, während zum rechtsseitigen Bahnsteig der Weg über eine aufwärts führende Stiege, dann über einen die Station senkrecht überquerenden, gleichfalls aus Eisen und Holz hergestellten und mit verglasten Seitenwänden versehenen Steg zu nehmen ist, an dessen anderem Ende eine zweite Stiege wieder nach abwärts führt.

Als das interessanteste Bauobjekt der ganzen Pariser Metropolitanbahn darf wohl der dreifache unterirdische Bahnhof an der *Place de l'Étoile* (Fig. 12) angesehen werden. Hier bildet zuförderst die Zweiglinie *Étoile-Trocadéro* (*I*) eine überwölbte Endstation *I* mit *einem* Bahnsteig, ferner im gleichen Niveau die Hauptlinie *Vincennes-Port Maillot* (*II*) eine überwölbte Mittelstation *II* mit *zwei* Bahnsteigen und die Strecke *Porte Dauphine-Avenue de Villiers* u. s. w. (*III*), welche die Schleife der Linie *I*, sowie die beiden Bahnhöfe *I* und *II* unterfährt

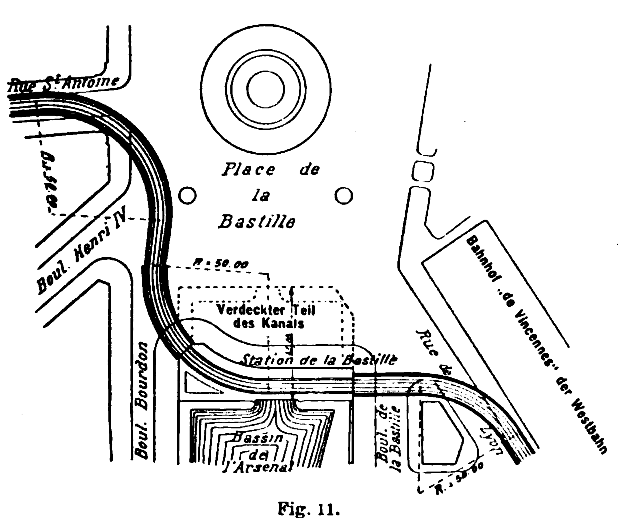


Fig. 11.
Grundriss der „Station de la Bastille".

und derzeit nur von *Porte Dauphine* bis *Place de l'Étoile* vollendet ist, eine dritte um 6 m tiefer liegende Station *III*, gleichfalls mit *zwei* Bahnsteigen. Ausserdem sind diese drei Strecken untereinander durch Dienstgeleise in Verbindung gebracht, welche von hier aus die beliebige Verteilung der Fahrbetriebsmittel nach den verschiedenen Richtungen ermöglichen. Zur Zeit sind jedoch nebst den drei ebengenannten Stationen und den sich unmittelbar daranschliessenden Baulichkeiten einer Transformatoren- und Akkumulatorenstation für den elektrischen Zugförderungs- und Beleuchtungsbetrieb nur einige der in Fig. 12 eingezeichneten Geleiseverbindungen fertig gestellt. Der Zugang *a* (Fig. 12) ist ein gemeinsamer und befindet sich auf der *Avenue de Wagram*; von der hier nach abwärts führenden Haupttreppe gehen Stiegen und Gänge zu sämtlichen fünf Bahnsteigen, von denen der der Station *I*, gleichwie der linksseitige Bahnsteig der Station *III* durch die weitere Vermittelung je eines die Bahn überspannenden Steges erreicht wird. Die Baulichkeiten der elektrischen

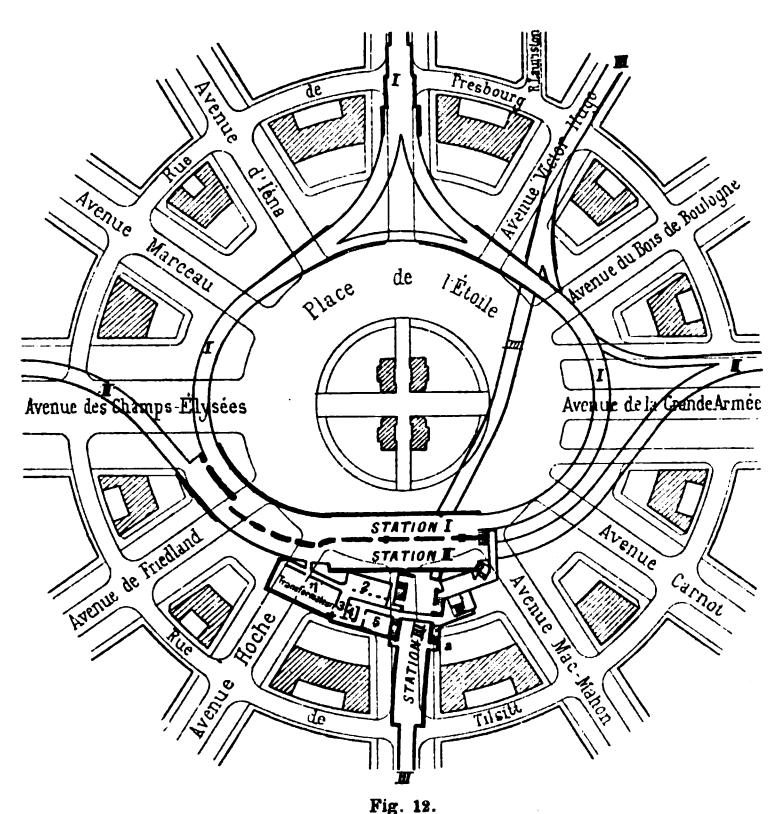


Fig. 12.
Grundriss der Stationen „Place de l'Étoile" nebst der elektrischen Unterstation.

Unterstation umfassen einen für die Transformatoren und Verteiler bestimmten Saal *1* (Fig. 12), der 13,00 m breit, 30,50 m lang und bis zum Scheitel seines elliptischen Deckengewölbes gerechnet 8,00 m hoch ist, späterhin aber in derselben Höhe und Breite auf 46,55 m verlängert werden wird; ferner in zwei Stockwerken übereinander je einen Akkumulatorenraum *2*, von denen der obere 3,50 m hoch, 15,60 m breit und 22,00 m lang ist, während der untere die gleiche Länge, aber nur 2,20 m Höhe und 7,80 m Breite besitzt. Die oberste Decke dieses Gebäudeteiles bilden zwei aneinander stossende halbkreisförmige Tonnengewölbe von je 3,50 m Halbmesser, die rechts und links auf 1,50 m starken Stützmauern ruhen, in der Mitte aber, wo sie zusammentreffen, von einer Reihe Pfeilern getragen werden, die je 3 m voneinander abstehen und 1,20 m breit und 1,40 m lang sind. Die Decke, welche die beiden Geschosse trennt, ist aus armiertem Cementguss hergestellt, 30 cm hoch und in Abständen von 2,35 m durch 60 cm breite, 58 cm hohe Querrippen verstärkt. Zwischen dem Transformatorensaal, der für die Kabelführung mit dem Tunnel der Hauptbahnstrecke durch einen 2 m breiten Kellerhals in Verbindung gebracht ist, und den Akkumulatorensälen liegt der 12,02 m hohe, 5,00 m lange und 2,65 m breite Luftschacht *3*, und gleich daneben der 15,75 m hohe, 5,00 m lange und ebenso breite Schacht *4* für den doppelten

Aufzug, der sowohl den Personen- als den Lastenverkehr von Uebertag (*Avenue de Wagram*) zur elektrischen Unterstation vermittelt, wenngleich die sämtlichen Baulichkeiten derselben natürlich auch mit dem weiter oben erwähnten Hauptzugang zu den Bahnsteigen durch Korridore in Verbindung stehen. Im Raume 5 endlich sind die zum Betriebe der beiden Aufzüge und der Ventilationseinrichtung dienenden hydraulischen und elektrischen Maschinen aufgestellt. Diese durch ein elliptisches Gewölbe von 9,00 m Spannweite und 3,00 m Pfeilhöhe gedeckte Maschinenhalle liegt mit ihrer Sohle 8,75 m tief unter dem Strassenniveau der *Avenue de Wagram* — d. i. 0,58 m tiefer als der untere Akkumulatorensaal und 3,12 m höher als der Transformatorensaal —, ist 9,00 m breit, 12,50 m lang und bis zum Gewölbescheitel 5,50 m hoch. Zur Förderung der Luftzirkulation sind über den beiden Akkumulatorensälen eigene Lüftungskanäle hergestellt, die, wie alle übrigen *Reuilly-Gare de Lyon-Place de la Bastille*. Unter den vorgenannten 23 355 000 Frs. Baukosten sind die seinerzeit von der Stadt Paris für die Ausarbeitung eines ersten Projektes verausgabten Kosten, die sich etwa mit 700 000 Frs. beziffern, nicht einbezogen. Die Kosten, welche von der jetzigen Metropolitanbahngesellschaft für Vorarbeiten aufgewendet wurden, betragen 5 041 000 Frs., die Kosten für die Organisation und Bauüberwachung 1 400 000 Frs.; die *Gesamtkosten* für die bisher ausgeführten Strecken stellen sich mithin auf 36 941 000 Frs., das sind 2646,22 Frs. für den laufenden Meter.

Auf den fertigen Strecken verkehren zur Zeit Züge, die regelmässig aus drei Wagen bestehen, nämlich aus dem Motorwagen und zwei Anhängewagen. Von den letzteren unterscheidet man Wagen I. Klasse, dann solche II. Klasse und schliesslich gemischte Wagen mit I. und II. Klasse. Auch von den Motorwagen gibt es zweierlei

Ansicht der Motorwagen der Pariser Metropolitanbahn.

Fig. 13.

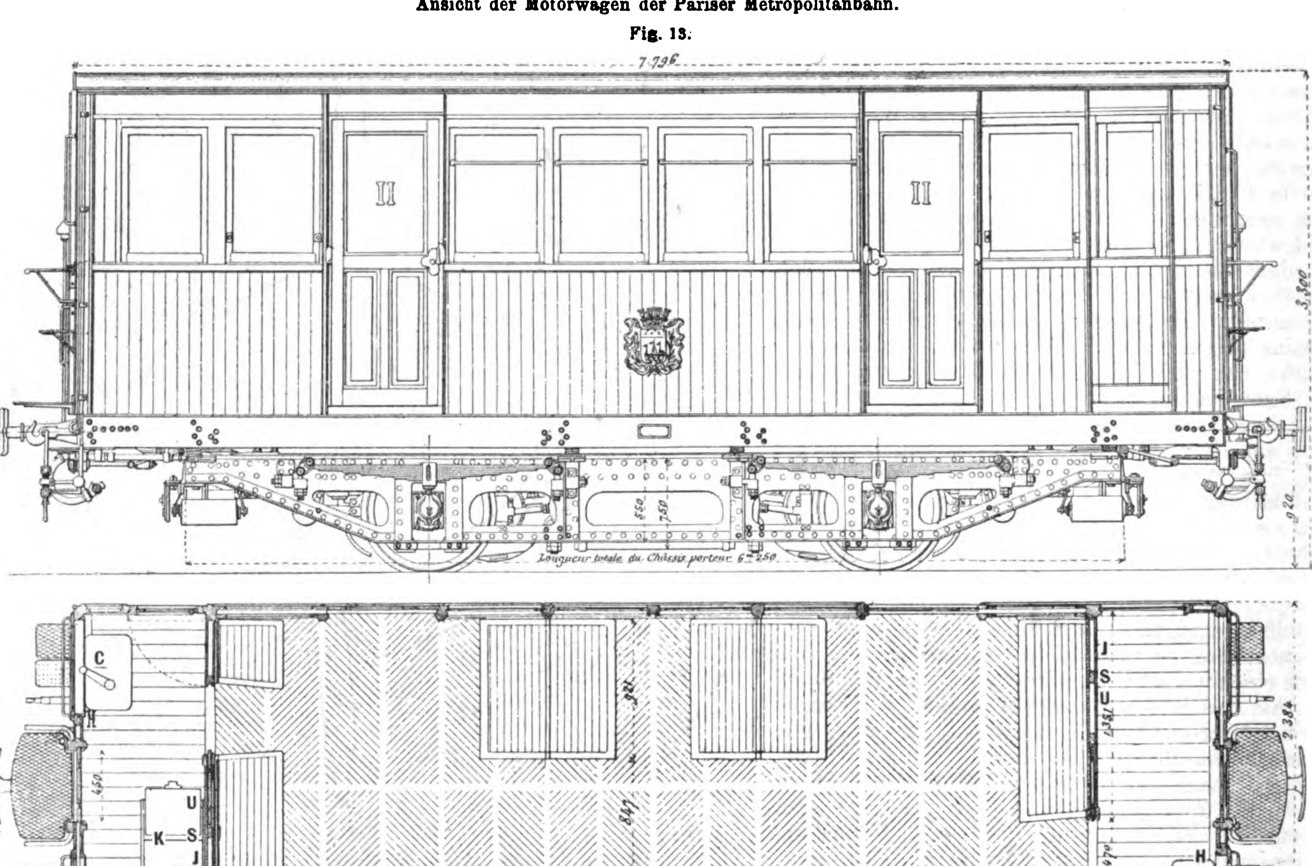


Fig. 14.

Draufsicht der Motorwagen der Pariser Metropolitanbahn.

Räume, in geeignete Beziehung mit dem Luftschachte und der Ventilationseinrichtung gebracht sind. Letztere besteht aus zwei *Rateau*'schen Schraubenventilatoren, von denen jeder durch einen besonderen Elektromotor angetrieben wird, in der Minute 430 Umdrehungen macht, und einen Luftumsatz von 10 000 cbm in der Stunde bewirkt.

Für die Bauausführung der bisher fertigen 13,959 km Strecken, inbegriffen die vier, zusammen etwa 1,50 km langen Seitenstollen, die behufs der Materialabfuhr zur *Seine* durchgeschlagen werden mussten, sind 850 000 cbm Grund ausgehoben, 310 000 cbm Mauerwerk hergestellt und 3600 t Eisen und Stahl verbraucht worden. Hierfür belaufen sich die Baukosten in engerem Sinne, nämlich Material und Arbeit, auf 26 355 000 Frs., so dass für den laufenden Meter im Durchschnitte 1888 Frs. entfallen. Die niedrigsten Einheitspreise ergeben sich dabei mit 1445 Frs. für die Strecke *Porte Dauphine-Place de l'Étoile* und die höchsten mit 2585 Frs. pro Meter für die Strecke *Rue de*

Typen, wenngleich sie für die Fahrgäste immer nur Räume II. Klasse enthalten, nämlich Wagen, in welchen nur ein Führerstand vorhanden ist und solche, welche an ihren beiden Enden mit je einem Führerstande versehen sind, wie es die Fig. 13 und 14 im Aufriss und Grundriss ersichtlich machen. Das ähnlich wie bei Lokomotiven aus Stahlblech hergestellte Untergestell der Motorwagen besitzt eine Gesamtlänge von 6,25 m; der Radstand beträgt nur 3,00 m. Auf dem Untergestell hängt mittels Plattfedern der auf einem Blechrahmen aufgebaute 2,40 m breite, 2,30 m hohe und 7,795 m lange Wagenkasten, in welchem sowohl vorne als rückwärts je ein 0,801 m langer Teil durch eine mit einer Schubthür versehenen Scheidewand abgetrennt ist. Von diesen beiden, lediglich als Führerstand bestimmten Abteilen wird natürlich im Dienste stets nur derjenige benutzt, der mit Rücksicht auf die Fahrtrichtung des Zuges die Spitze desselben bildet. Zur Ermöglichung einer guten Aussicht des Wagenführers auf



die Strecke hat jede der beiden Stirnwände rechts und links neben einer 45 cm breiten Schubthür, welche für die kontrollierenden Zugsbeamten den Austritt auf eine die Verbindung mit dem nächsten Wagen vermittelnde Plattform gestattet, ein breites Fenster. Jeder Führerstand hat überdem zur rechten Hand des Führers eine sich nach innen öffnende Drehthür, durch welche der genannte Bedienstete direkt auf den Bahnsteig gelangen oder von dort eintreten kann, ohne erst den Weg durch den für Fahrgäste bestimmten Innenraum des Wagens nehmen zu müssen. Letzterer enthält zwei Sitzbänke für je drei, ferner acht solche für je zwei und endlich sechs Sitze für je eine Person, somit im ganzen 20 Sitzplätze, welche für die II. Klasse ausgestattet sind, d. h. einfach aus lackierten Holzbänken bestehen, die von gusseisernen Fussgestellen getragen werden. In Anbetracht des nebst den Sitzen noch verfügbaren Stehraumes können im äussersten Falle 35 Fahrgäste in einem Motorwagen Platz finden. Der Personenraum des Motorwagens besitzt auf jeder Längsseite zwei 72 cm weite Schubthüren, von denen die eine nur fürs Einsteigen und die andere ebenso ausschliesslich fürs Aussteigen bestimmt ist, zu welchem Ende sie mit den betreffenden, deutlich sichtbaren Aufschriften versehen sind. In jedem Führerstand befinden sich der *Westinghouse*'sche *Kontroller C* (Fig. 14), dann der Hebel *H* zur Bethätigung der *Pressluftbremse* des Zuges und unmittelbar darunter ein zweiter Hebel zum Regulieren der *Sandstreuvorrichtung*. Auf dem breiten Teile der Scheidewand des Abteiles sind ferner der *Stationsanzeiger J* — ein Apparat, der in jedem Wagen des Zuges vorhanden ist, und auf einer transparent erleuchteten Tafel den Namen jener Station ersehen lässt, nach der sich der Zug jeweilig bewegt — nebst zugehöriger Tastervorrichtung, dann ein Umschalter *U* für den Kompressor und das Schaltbrett *S* für die elektrische Beleuchtung und Beheizung des Wagens. Zur Erzeugung der Pressluft ist in jedem Motorwagen stets nur ein einziger, von einer eigenen kleinen Dynamomaschine angetriebener Kompressor *K* vorhanden, der das Erfordernis des gesamten Zuges reichlich deckt und mit selbstthätiger Kuppelung und Abstellung arbeitet. An jedem Motorwagen sind schliesslich zwei *Westinghouse*'sche Elektromotoren vorhanden, die von der *Société industrielle d'Électricité* in *Havre* geliefert wurden und von denen jeder bei 450 Umdrehungen in der Minute 100 PS leistet. Zur Abnahme des Stromes von der Zuleitungsschiene sind entweder bloss auf einer Längsseite des Wagens oder, wenn derselbe für beide Fahrtrichtungen Verwendung finden soll, wie der in Fig. 13 und 14 dargestellte, auf beiden Seiten an den zwei Achsenlagerbüchsen wohlisolierte, nach abwärts federnde Schleifkontakte angeschraubt, deren Kontaktschuhe sich leicht auswechseln lassen. Zur Beleuchtung des Motorwagens dienen zehn 10kerzige Glühlampen, von welchen sechs an der Decke des Raumes für die Fahrgäste und je zwei in den Führerständen angebracht sind, welch letztere allerdings nur in jenem Abteil brennen, wo der Wagenführer Dienst leistet. Ausserdem sind noch vier 16kerzige Glühlampen in ebenso vielen zweischeinigen Laternen vorhanden, von denen je zwei an jeder Stirnwand knapp unter dem Dachsaum, rechts und links am Wagen angebracht sind.

Ansicht der Anhängewagen der Pariser Metropolitanbahn.

Fig. 15.

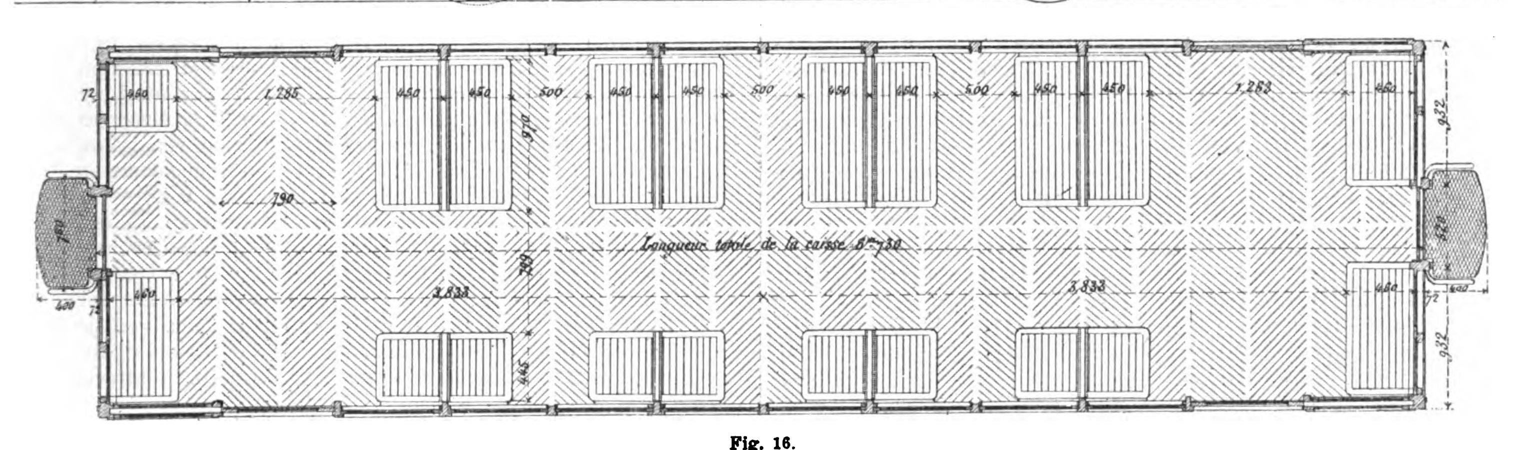


Fig. 16.

Draufsicht der Anhängewagen der Pariser Metropolitanbahn.

Bei den Anhängewagen (Fig. 15 und 16) besitzt der Kasten 8,70 m Länge, 2,40 m Breite, 2,30 m Höhe; derselbe umschliesst zehn Querbänke, die der Wagenlänge nach von einem 0,85 m breiten Gang durchschnitten werden, derart, dass sich auf der einen Seite 0,45 m breite Sitze für je eine Person und auf der anderen 0,92 m breite

Sitze für je zwei Personen ergeben, eine Anordnung, die nur an den Stirnwänden eine kleine Abweichung erfährt, wie dies Fig. 16 ersehen lässt. Im ganzen reichen die Sitzplätze für 30 Personen; nach Bedarf können aber auch noch 20 Personen stehend Platz nehmen, doch darf die Zahl von 50 Fahrgästen pro Wagen nach den polizeilichen Feststellungen nie überschritten werden. Auf den beiden Längsseiten jedes Anhängewagens befinden sich wieder zwei 72 cm breite Schubthüren, von denen die eine bloss von den Aussteigenden, die andere von den Einsteigenden benutzt werden soll und deshalb die deutliche Aufschrift „*Sortie*" bezw. „*Entrée*" trägt. Desgleichen gibt es auch an jeder Stirnwand eine Schubthür, die aber nur 52 cm Breite besitzt und bloss von den Zugsbeamten benutzt werden soll, um über die vor jeder solchen Thür angebrachten Brücke aus geriffelten Eisenplatten von einem Fahrzeug ins andere zu gelangen. An jeder Längsseite der Wagen sind ausser den verglasten Schubthüren 10 Fenster vorhanden, wogegen die Stirnwände weder Fenster noch verglaste Schubthüren aufweisen. Mit Rücksicht auf die scharfen Krümmungen, welche in den Fahrstrecken vorkommen, haben die Anhängewagen an den beiden Brustbäumen nur je einen breiten Buffer, dagegen aber zwei wagebalkenartig in Gelenken liegende Zug- bezw. Kuppelungsstangen, die in wagerechten Schlitzen der Wagenbrust genügend weite Ausweichbewegungen machen können; aus gleichem Grunde beträgt der Radstand nur 3,75 m. Gleich den Motorwagen ist auch jeder Anhängewagen mit einer Pressluftbremse versehen, die sowohl vom Führerstande aus, als in besonderen Bedarfsfällen auch am Fahrzeug selber bethätigt werden kann und auf alle vier Wagenräder mit Bremsbacken einwirkt. Entsprechend regulierte Zweigströme des Betriebsstromes, welche vermittelst gekuppelter Kabelzuführungen vom Verteiler des den Zug führenden Motorwagens in den Anhängewagen gelangen, besorgen daselbst wieder die Beleuchtung bezw. die Speisung von acht 10kerzigen, in der Mittelachse der Wagendecke verteilten Glühlampen und von vier 16kerzigen Glühlampen, die zur Beleuchtung der zweischeinigen, an den oberen Wagenecken an den Stirnwänden angebrachten Laternen dienen, ferner die Bethätigung des weiter oben schon erwähnten Stationsanzeigers und — während der kalten Jahreszeit — den Betrieb der Heizvorrichtung, die aus vier unter dem Fussboden des Wagens angebrachten elektrischen Flachöfen besteht. Hierzu erübrigt nur noch zu bemerken, dass die Anhängewagen aller Klassen im wesentlichen ganz gleich gebaut und eingerichtet sind, indem sich die Wagen I. Klasse von dem in Fig. 15 und 16 dargestellten, hier oben beschriebenen Wagen II. Klasse lediglich durch eine etwas elegantere Wand- und Deckenausstattung und dadurch unterscheidet, dass die Sitze mit rotbraunen Lederpolstern belegt sind. Bei den Anhängewagen gemischter Klassen wird der Kasten durch eine volle, mit einer 52 cm breiten Schubthür versehenen Querwand in zwei Teile getrennt, wovon der eine, 3,60 m lange Abschnitt nach Art der I. und der zweite, 5,13 m lange Teil nach Art der II. Klasse ausgestattet ist.

Für den Verkehr der Züge auf der Metropolitanbahn ist instruktionsgemäss eine grösste Fahrgeschwindigkeit von 36 Std./km gestattet, es wird jedoch vorläufig nur mit den äussersten Geschwindigkeiten von 25 bis 30 Std./km gefahren. Die Züge folgen sich alle 10 Minuten, doch liegt die Absicht vor, ehestens, wenigstens für gewisse Perioden des Tages, den Fünfminutendienst aufzunehmen. Der normale Tagesbetrieb beläuft sich auf 20 Stunden und währt von 5 Uhr morgens bis 1 Uhr nachts. Zur Durchführung der Zugssicherung nach dem Raumsystem sind die Stationen und Strecken mit *Hall*'schen selbstthätigen Blocksignalen (vgl. *D. p. J.* 1896 **300** * 39 und 1898 **310** * 10) versehen worden, die bekanntlich in Amerika vielfach verwendet werden und auch auf der *Paris-Lyon-Mittelmeerbahn* mit bestem Erfolg versucht worden sind. Auf jeder Station sowie am halben Wege von Station zu Station befindet sich eine Blockstelle, an der nebst dem Hauptsignal auch das Vorsignal zur vorausliegenden Nachbarblockstrecke vorhanden ist, so dass sich also jeder Zug nach rückwärts zuförderst durch das Signal „*Halt*" und eine Blockstrecke weiter zurück nochmals durch das Vorsignal „*Langsamfahren*" schützt.

Die gesamten unterirdischen Strecken sind durch elektrische 16kerzige Glühlichtlampen beleuchtet, die an den Decken hängen und über den Bahnsteigen der Stationen je 4 m, bis auf 75 m vor und hinter jeder Station je 12,50 m, und in der laufenden Strecke je 25 m Abstand voneinander haben. In den mit Trägerrösten eingedeckten Stationen ist die normale Glühlichtbeleuchtung auf den Bahnsteigen noch durch zwei Bogenlampen vermehrt. Dass alle dem Publikum dienenden Zugänge, Treppen, Stege oder Warteräume, sowie alle sonstigen Stationslokale gleichfalls durch Glühlampen reichlich beleuchtet sind, braucht wohl kaum erst besonders bemerkt zu werden.

Zur Erzeugung der für den laufenden elektrischen Betrieb der Gesamtanlagen des Unternehmens erforderlichen Energie ist die Metropolitanbahn mit der Erbauung eines grossen Elektrizitätswerkes vorgegangen, das in *Bercy*, und zwar auf einem Grundstück zwischen den *Quai de la Rapée* und der *Rue de Bercy* liegt, wie es Fig. 1 ersehen lässt, und in einigen Monaten betriebsfähig vollendet sein wird. Inzwischen sind es zwei ältere Pariser Elektrizitätswerke, welche den derzeitigen Strombedarf pachtweise decken, nämlich für den östlichen Teil der fertigen Strecken das am *Boulevard Richard-Lenoir* befindliche Werk der *Pariser Pressluft-Gesellschaft* und für den westlichen Teil das der *Compagnie du Triphasé* gehörige Elektrizitätswerk in *Asmières;* und zwar liefert ersteres Gleichstrom von 600 Volt und letzteres hochgespannten Dreiphasenstrom, der in besonderen Unterstationen an den Verwendungsstellen in Gleichstrom von 600 Volt umgewandelt wird. Die neue Kraftstation in *Bercy* wird alle zwischen den Metropolitanbahnstationen *Vincennes* und *Louvre* liegenden Linien unmittelbar mit dem erforderlichen Strom versehen, die übrigen jedoch durch Vermittelung der bereits weiter oben geschilderten unter den Avenuen *Hoche* und *de Wagram* errichteten Transformatorenstation *Place de l'Étoile* (Fig. 1 und 12), wohin Dreiphasenstrom zugeführt wird. Alle für die Einrichtung des Werkes in *Bercy* erforderlichen Dampfkessel und Maschinen liefern die bekannten Werkstätten *Schneider und Co.* in Creusot; die Ausstattung wird aus drei Gruppen von je sechs Dampfkesseln, einer Generatorgruppe von 1500 Kilo-Watt für Gleichstrom von 600 Volt, drei Generatorgruppen von je 1500 Kilo-Watt für Dreiphasenstrom mit 5000 Volt Spannung und 25 Perioden und einer Akkumulatorenbatterie *Tudor* von 1800 Ampère-Stunden bestehen.

Behufs Unterbringung von Bau- und Betriebsmaterialien sowie der Reservewagen, ferner um selbständige Reparaturen durchführen zu können, legt die Metropolitanbahngesellschaft in *Charonne*, d. i. zwischen dem Friedhof *Père Lachaise* und dem *Boulevard Davout* ansehnliche Depots und Werkstätten an. Diese Dienstgebäude sowie das Elektrizitätswerk in *Bercy* stehen gleich sämtlichen Stationen der Bahnlinie gegenseitig und untereinander durch Fernsprecheinrichtungen in Verbindung. (Vgl. *A. Dumas* in *Le Génie civil* vom 21. Juli 1890, S. 197 bis 219.)

(Fortsetzung folgt.)

Oberschlächtiges eisernes Zellenwasserrad mit 10 m Durchmesser.

Von **Wilhelm Müller**, Cannstatt.

Die Anlage eiserner Wasserräder anstatt Turbinen bildet auch gegenwärtig, wo die Ausführung von Turbinen bevorzugt ist, keineswegs eine so seltene Ausnahme, als in Fachkreisen allgemein angenommen wird. Seitens der Werksbesitzer besteht eine andauernde Nachfrage besonders nach zwei Radsystemen, welche fortwährend in grosser Anzahl gebaut werden: es sind dies für kleine und mittlere Gefälle bei stark veränderlichem Zufluss die Ueberfallräder nach verbessertem System *Zuppinger* mit schmiedeeisernem Radkörper und evolventenförmig gekrümmten

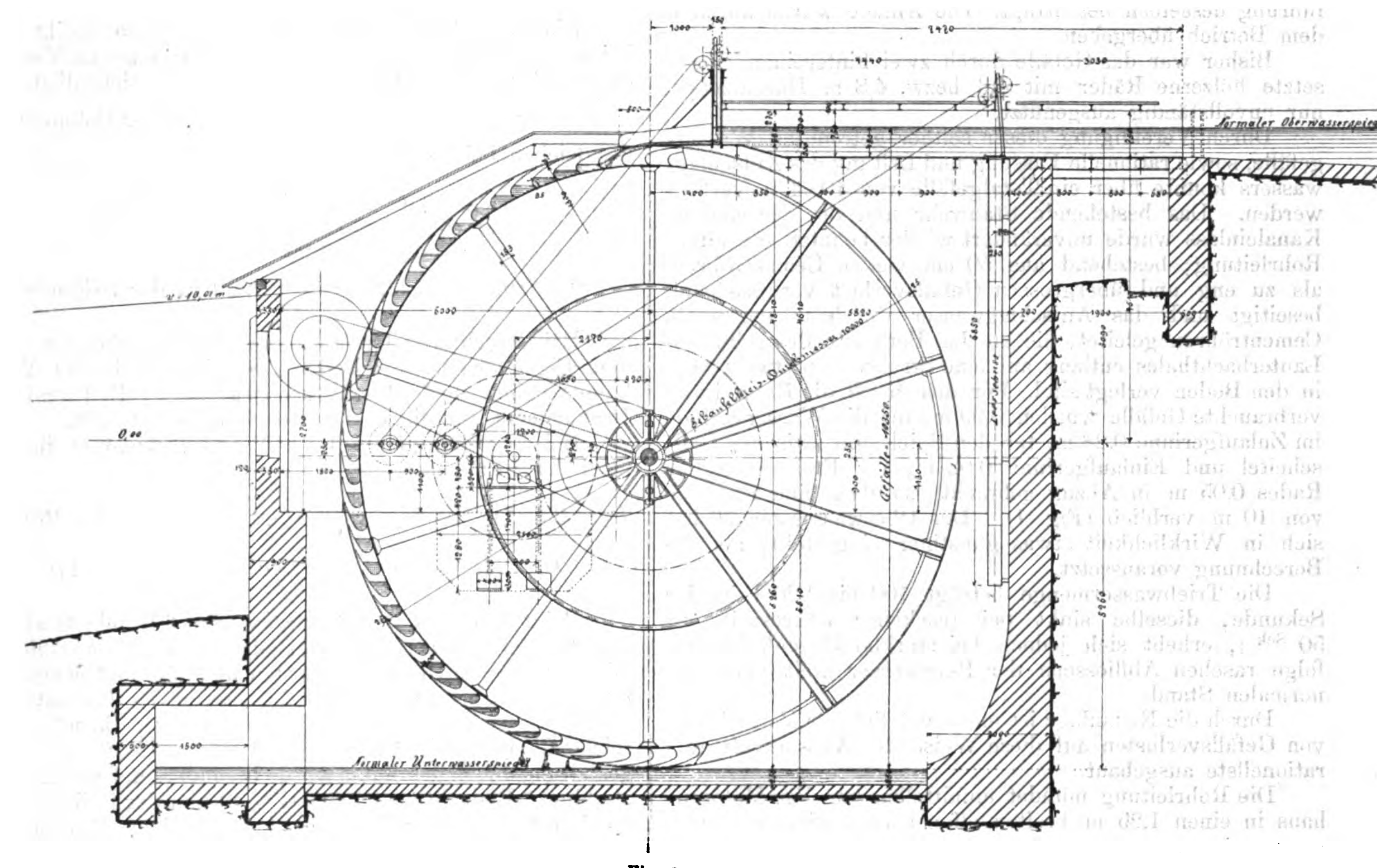


Fig. 1.

Längenschnitt durch den Wasserbau.

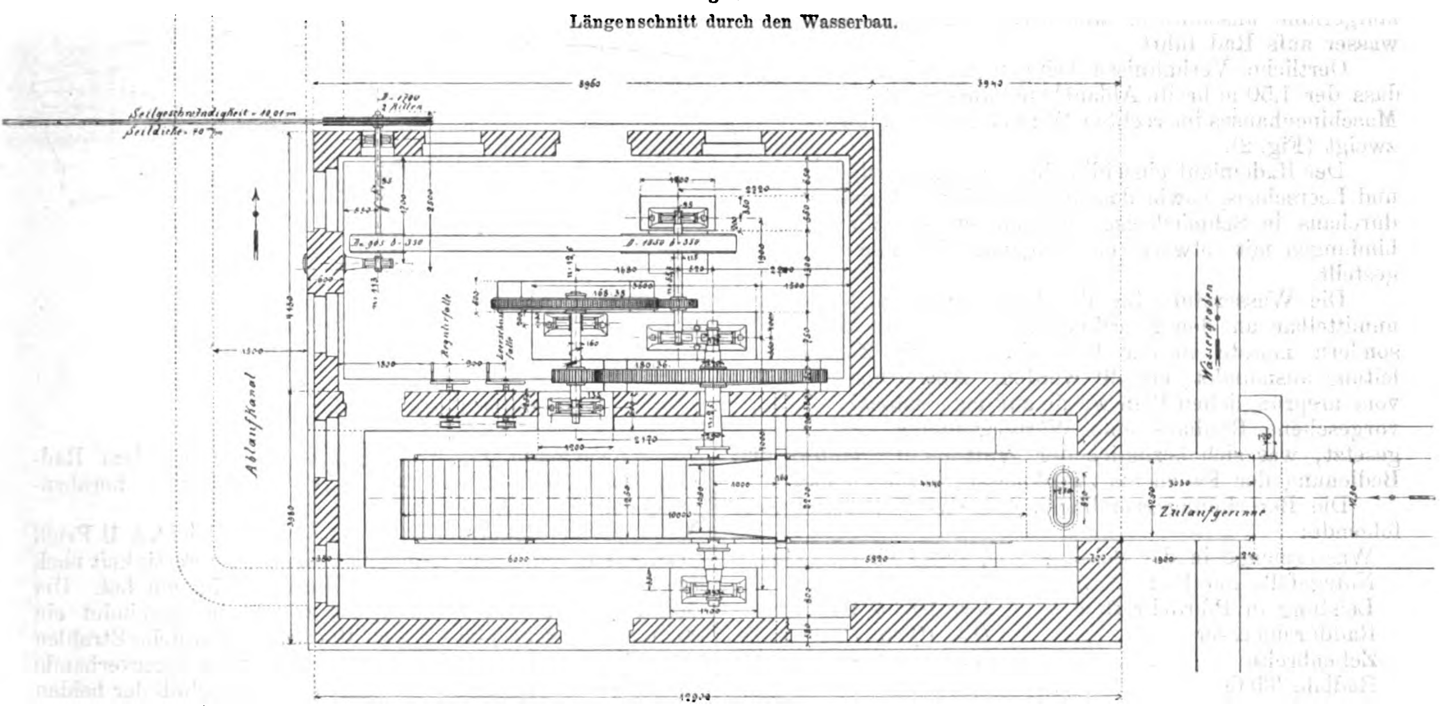


Fig. 2.

Grundriss der Anlage.

Holzschaufeln, für höhere Gefälle bei mässigen Wassermengen die vollständig aus Eisenblech gefertigten oberschlächtigen Zellenräder.

So hat sich die Uhrenfabrik *Gebr. Junghans* in Schramberg (Schwarzwald), jetzt *Vereinigte Uhrenfabriken von Gebr. Junghans und Thomas Haller, A.-G.*, Schramberg, beim Neubau einer im vorigen Jahre abgebrannten Filiale in Lauterbach zur Anlage eines Wasserrades entschlossen (obgleich die Firma bereits Turbinen aus Fabriken von bewährtem Ruf im Betrieb hat) und den Verfasser mit Ausführung desselben beauftragt. Die Anlage wurde kürzlich dem Betrieb übergeben.

Bisher war das Gefälle durch zwei hintereinander gesetzte hölzerne Räder mit 4,3 bezw. 4,8 m Durchmesser nur unvollständig ausgenutzt.

Durch Vereinigung dieser seither getrennten Wassergefälle, sowie rationelle Fassung und Leitung des Aufschlagwassers konnte über ein Totalgefälle von 10,64 m verfügt werden. Das bestehende Stauwehr und der vorhandene Kanaleinlass wurde unverändert wieder benutzt, die ältere Rohrleitung, bestehend aus 50 cm weiten Cementröhren, als zu eng und übergrossen Gefällsverlust verursachend, beseitigt und das Aufschlagwasser durch 60 cm weite Cementröhren geleitet, die an der Bergseite des schmalen Lauterbachthales entlang auf eine Strecke von etwa 200 m in den Boden verlegt sind. Für das durch die Rohrleitung verbrauchte Gefälle wurden 0,29 m, für die Wasservorlage im Zulaufgerinne 0,28 m, für den Spielraum zwischen Radscheitel und Einlaufgerinne 0,02 m, für Freihängen des Rades 0,05 m in Abzug gebracht, so dass eine Radhöhe von 10 m verblieb (Fig. 1). Der Oberwasserspiegel hat sich in Wirklichkeit etwas günstiger eingestellt, als die Berechnung voraussetzt.

Die Triebwassermenge beträgt 100 bis 220 l in der Sekunde, dieselbe sinkt bei trockener Jahreszeit auf 50 Sek./l, erhebt sich jedoch bei starken Regenfällen zufolge raschen Abfliessens der Bergwasser weit über den normalen Stand.

Durch die Neuanlage ist unter möglichster Vermeidung von Gefällsverlusten auf diese Weise die Wasserkraft aufs rationellste ausgebaut.

Die Rohrleitung mündet unmittelbar vor dem Motorenhaus in einen 1,25 m breiten offenen cementierten Kanal, der sich in einer halbkreisförmigen Krümmung rechwinklig zur Berghalde an das eiserne, 7,50 m lange Zulaufgerinne anschliesst, welches das Aufschlagwasser aufs Rad führt.

Oertliche Verhältnisse bringen es mit sich, dass der 1,50 m breite Ablaufkanal ausserhalb des Maschinenhauses im rechten Winkel zum Rad abzweigt (Fig. 2).

Der Radeinlauf einschliesslich Schützengestell und Leerschuss, sowie das Wasserrad selbst sind durchaus in Schmiedeeisen ausgeführt; die Verbindungen mit rotwarm geschlagenen Nieten hergestellt.

Die Wasserstube für das Rad konnte nicht unmittelbar an den Fabrikneubau angeschlossen, sondern musste an der Bergseite, wo die Zuleitung ausmündet, erstellt werden. Abweichend vom ursprünglichen Plan wurde auf das einstockig vorgesehene Radhaus eine Wärterwohnung aufgesetzt, was sich bezüglich der Wartung des Motors und Bedienung der Fallen als zweckmässig erwiesen hat.

Die Berechnungsgrundlagen für das Wasserrad sind folgende:

Wassermenge in der Sekunde .	$Q = 0{,}1$ bis $0{,}22$ cbm
Nutzgefälle am Rad	$H = 10{,}350$ m
Leistung in Pferdekräften . .	$N = 10$ bis 24
Raddurchmesser	$D = 10$ m
Zellenbreite	$B = 1{,}250$ m
Radiale Tiefe	$a = 0{,}300$ m
Anzahl der Radzellen	$Z = 80$
Zellenteilung am Radumfang .	$t = 0{,}3927$ m
Umdrehungen in der Minute .	$n = 2{,}2$ bis $2{,}5$
Umfangsgeschwindigkeit in der Sekunde $v = \frac{\pi . D . n}{60}$ . .	$v = 1{,}315$ m

Zur Bestimmung der Wassergeschwindigkeit v_1 im Schwerpunkt bei $^1/_3$ Schaufelfüllung hat man den Durchmesser des Radkreises

$$D_1 = D - 2a + \frac{a}{3}$$

$$D_1 = 10{,}0 \text{ m} - 2 . 0{,}30 + \frac{0{,}30}{3} = 9{,}50 \text{ m}$$

$$v_1 = 1{,}242 \text{ m/Sek.}$$

Die vom Rad verarbeitete Wassermenge ergibt sich bei einem Reduktionskoeffizienten $k = 0{,}95$ wegen Verminderung des Fassungsraumes durch Konstruktionsglieder zu

$$Q = 0{,}95 . 1{,}25 . 0{,}10 . 1{,}242 = 148 \text{ l in der Sekunde,}$$

desgleichen bei $^1/_2$ Füllung

$$D_1 = 10{,}0 - 2 . 0{,}3 + \frac{0{,}30}{2} = 9{,}550 \text{ m}$$

$$v_1 = 1{,}25 \text{ m/Sek.}$$

$$Q = 0{,}95 . 1{,}25 . 1{,}25 . 0{,}15 = 222 \text{ l in der Sekunde.}$$

Bei Berechnung der Stärke der Radachse kommt neben dem Eigengewicht des Rades und eines Teils der Welle hauptsächlich noch das Wassergewicht im Rad und das Drehmoment auf die beiden Rosetten in Betracht.

Bei $^1/_2$ Füllung beträgt das Wassergewicht Q_1 im Rad nach der Beziehung

$$D_1 = 9{,}550 \text{ m (Umfang } U = 30 \text{ m)} \quad \frac{U}{2} = 15 \text{ m oder } 150 \text{ dcm}$$

$$Q_1 = 150 . 12{,}5 . 1{,}5 = 2812{,}5 \text{ kg rd. } 3000 \text{ kg.}$$

Beim Bau des Radkörpers waren folgende Gesichtspunkte massgebend: Da das Radgewicht von erheblichem Einfluss auf die Herstellungkosten und die zu bewegenden toten Lasten, so ist man bei Bemessung der Blechstärken an die äussersten Grenzwerte herangetreten, die noch ausreichende Haltbarkeit und Dauer versprechen. Bei Ausgestaltung der Zellenräume wurde besonders auf genügenden „Schluck" Bedacht genommen (Fig. 3) und der Füllungsgrad möglichst hoch gewählt, aus konstruktiven Rücksichten sowohl, als auch um die im Rad wirksame Wassermasse

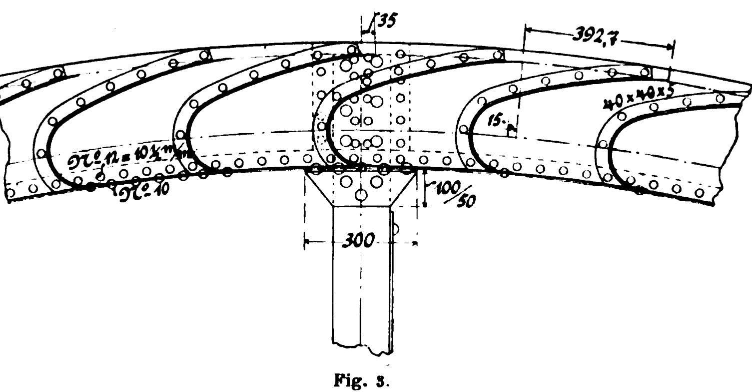


Fig. 3.
Längenschnitt durch den Radkranz.

bei schwächeren Beaufschlagungen gegenüber dem Radgewicht nicht auf ein ungünstiges Verhältnis herabzudrücken.

Für die Radarme ist ein möglichst leichtes **U**-Profil verwendet, das neben genügender absoluter Festigkeit noch reichliche Querschnitte für die Nietverbindungen bot. Um den Armen grössere Steifigkeit zu geben, verbindet ein Winkelring konzentrisch zum Radkranz sämtliche Strahlen eines Armsterns (Fig. 1), überdies sind noch Querverbände aus Winkeleisen angebracht, um den Seitenschub der beiden Rosetten zu verhindern. Zur Erzielung weiterer Stabilität des Radkörpers sind fünf doppelte, aus Winkel- und Flacheisen erstellte Diagonalverbände (Fig. 4) zwischen die Arme eingelegt. Die gusseisernen Radrosetten (Fig. 6) sind zweiteilig verschraubt ausgeführt, um Materialspannungen beim Guss zu vermeiden und das Einbringen bei der Aufstellung

zu erleichtern. Bei der Gesamtausführung wurde getrachtet, das Material in vorteilhaftester Weise zu verteilen, demzufolge die Welle in reichlichen Dimensionen ausgeführt ist, um dem Radkörper eine zuverlässige Stütze zu geben und Lockerung der Nietverbände zu vermeiden; dagegen wurde der Radkörper, wie bereits bemerkt, so leicht gehalten, als die Rücksichten technischer Erfahrung für die Kraftübertragung und Haltbarkeit es erlaubten. Das Wasserrad ist mit Rücksicht auf Eisbildung und Zugänglichkeit von allen Seiten in einer etwa 3 m lichtweiten gemauerten Radstube untergebracht, der Radschacht in einer Breite von 2,20 m ausgeführt. Die aus geschmiedetem Stahl hergestellte, in zwei Lagern mit Bronzeschalen ruhende Radachse reicht in den vom Wasserrad durch eine Scheidewand abgeschlossenen Triebraum hinein (Fig. 5), welcher die Vorgelege und die weiteren Uebertragungsorgane, sowie die Handräder zur Bedienung der Arbeits- und der Leerschütze enthält.

Um von der geringen minutlichen Umdrehungszahl des Wasserrades von 2,2 bis 2,5 in der Minute auf die vorgeschriebene Geschwindigkeit der Haupttransmission von 180 bis 220 in der Minute zu gelangen, sind zwei Stirnräderpaare „Eisen in Eisen" 180:36 und „Holz in Eisen" 168:38, sowie ein 350 mm breiter Riementrieb, Uebersetzungsverhältnis 2,1 : 1, angeordnet.

Verzeichnis der einzelnen Teile.

Einlaufgerinne mit Regulierschützen.

		kg
1	schmiedeeisernes Einlaufgerinne 7470 mm lang, 1250/750	
1	Einlaufstück mit Hängeisen 1250/1050	
1	Regulierschützengestell 1250/1200 aus U-Eisen 140/160	1957
1	gusseiserner Rahmen mit Deckel zum Abfallrohr 820/250	
1	Winde zur Regulierschütze	
1	„ „ Abfallklappe	
1	Abfallrohr 6850/820/250	345

Wasserrad.

		kg
1	Wasserradwelle 4530 lang, 290/240/190/170	1840
2	gusseiserne zweiteilige Rosetten, 1400 Dtr., 290 Bohrung für je 10 U-Arme, 153 hoch mit Nabenringen, Schrauben, Splinten und Keilen	1902
1	schmiedeeiserner Radkörper, bestehend in:	
20	Arme mit Winkeln und Laschen	1717
	U-Profil, 153 mm hoch	
10	Strebensegmente	305
10	Felgensegmente mit angenieteten Winkeleisen	1355
10	Winkel- und Flachstreben zu 5 Diagonalverbände	355
10	Bodenbleche	888
80	Zellen, 1250 breit, mit angenieteten Winkeleisen	2456
	Nieten	257
1	Wasserradlager 190/260 } mit Hohlgussuntersatz	340
1	„ 170/240 }	

Gewichtsangabe s. unter „Vorgelege".

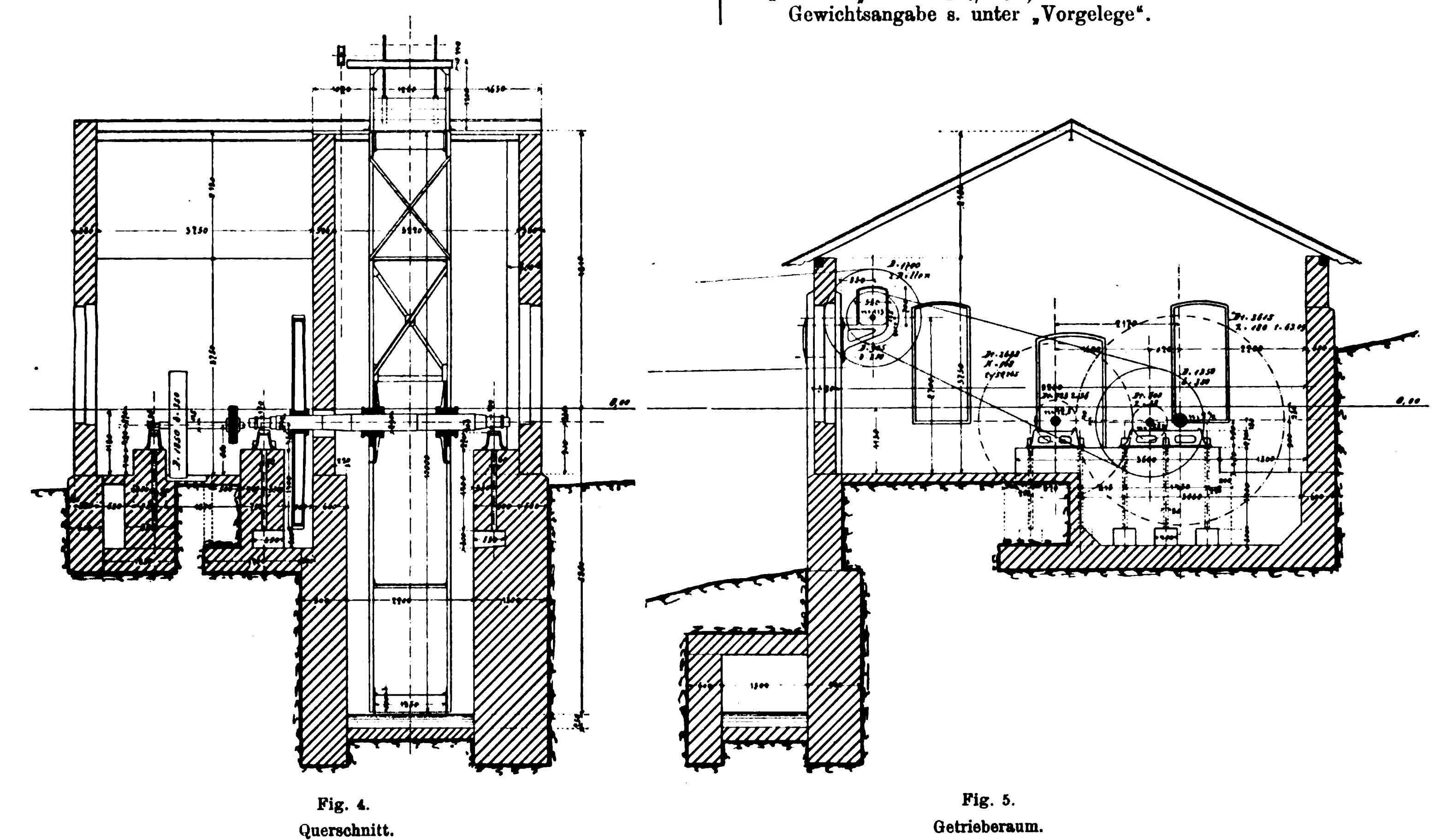


Fig. 4. Querschnitt.

Fig. 5. Getrieberaum.

Die Kraftübertragung auf die Haupttransmission der Fabrik erfolgt mittels 40 mm dickem Hanfseil bei 10 m/Sek Seilgeschwindigkeit. Die Seilscheiben im Verhältnis 1,88:1 sind zweirillig ausgeführt, bei schwächerer Leistung wird das zweite Seil abgenommen, da ein Seil für die Kraftübertragung genügt und weniger Reibungsverlust verursacht.

Bei Rädern von so bedeutendem Durchmesser ist besonders darauf Bedacht zu nehmen, dass der Radkörper ein indifferentes Gleichgewicht erhält, sowie genau rundläuft und insbesondere seitliche Schwankungen ausgeschlossen sind. Zu diesem Zweck müssen die Zellen und Felgen einzeln verwogen, am Radkranz entsprechend verteilt und die Böden genau eingelegt werden.

Getriebe.

		kg
1	zweiteiliges Stirnrad, 180 Eisenzähne, 63,09 Teilung, 3615 mm Dtr., 200 mm breit, 240 Bohrung mit 2 Nabenringen, Schrauben und 2 Keil	2110
1	Trieb dazu 36 EZ., 723 Dtr., 160 Bohrung mit 1 Keil	281
1	zweiteiliges Stirnrad, 168 HK., 50,27 Teilung, 2688 mm Dtr., 130 mm breit, 160 Bohrung mit Nabenringen, Schrauben und 1 Keil	1125
1	Trieb dazu 38 EZ., 608 Dtr., 115 Bohrung, 1 Keil	152
1	Riemenscheibe 1850/350	512
1	„ 905/350	142
1	Seilscheibe, 1700 mm Dtr.	316
1	„ 950 „ „ zwillig für 40 mm Seile	142
		18497

		Uebertrag kg 18497
	Vorgelege.	
1	Vorgelegewellenlager, gemeinschaftlich mit einem Wasserradlager auf einem Hohlgussuntersatz . .	522
1	Vorgelegewelle 2080/160/135	300
1	Bodenlager dazu 135/220	215
1	„ „ 160/240	303
1	Welle 2130/115/95	160
1	Bodenlager dazu 95/180	147
10	Anker mit Rückplatten und Keil, 2 Steinschrauben	418
1	Vorgelegewelle 2500/85 mit 2 Bund	111
1	Ringschmierlager, 85 Bohrung mit Weissmetall in einem Mauerkasten	146
1	Ringschmierlager, 85 Bohrung mit Weissmetall auf 1 Lagerkonsol 550 Ausladung	115
1	Rückplatte und 3 Schrauben dazu	56
	Gesamtgewicht	20990

Gang erhält (die Fabrikanlage umfasst Dampf- und Wasserkraft), dabei äussert sich der aus der Verminderung des Wasserzuflusses folgende Kraftrückgang in einer mässigen Abnahme der Transmissionsgeschwindigkeit, die jedoch bei den betreffenden Arbeitsmaschinen ohne nachteiligen Einfluss auf deren qualitative Leistung bleibt. Das Rad nutzt jeden Tropfen ohne Wasserverlust aus, verursacht infolge seines langsamen Ganges trotz des relativ grossen Eigengewichtes keine übermässige Reibung, Ein- und Austrittsverlust werden bei verminderter Beaufschlagung prozentual klein, die Füllung im Rad bleibt, wie die Berechnung zeigt, in praktischen Grenzen, die Zapfenreibung erhöht sich nur unwesentlich, der Gesamtverlust fällt somit bei vermindertem Wasserzufluss nicht überwiegend in die Wagschale.

Was den Nutzeffekt und die Gangfähigkeit der Neuanlage anbetrifft, so dürfte unter ähnlichen Verhältnissen,

Fig. 6. Zweiteilige Rosette.

Der Nutzeffekt des Rades hat sich bei so vollständiger Ausnutzung von Gefälle und Wassermenge als ein überaus günstiger erwiesen, indem der Motor bei allen Wasserständen den betreffenden Teil der Arbeitsmaschinen, welcher durch ihn zu betreiben ist, ununterbrochen im

woselbst starke Verunreinigung des Wassers durch Laubfall und Grundeisbildung eintreten, eine Turbine mit ihren engen Ausflussöffnungen dem Leistungsvermögen eines gutkonstruierten oberschlächtigen Zellenrades wohl nicht gleichkommen.



Ueber die Fortschritte auf dem Gebiete der Photographie und der photochemischen Reproduktionsverfahren.

Von **J. M. Eder** und **E. Valenta**.

(Schluss von S. 541 d. Bd.)

Photographische Lacke.

Valenta[52]) untersuchte das Verhalten einer grösseren Anzahl von Harzen gegen Chlorhydrine und fand, dass insbesondere das Epichlorhydrin sich sehr gut zur Herstellung von photographischen Negativlacken eignet.

In folgendem werden Vorschriften zur Herstellung zweier solcher Negativlacke gegeben.

Manillakopal 20 g wird mit 70 g Epichlorhydrin in der Wärme (am Wasserbade) digeriert und nach erfolgter Lösung mit 100 ccm absoluten Alkohols versetzt und filtriert. Der Lack kann nach Bedarf mit einer Mischung von Epichlorhydrin (1 Teil) und Alkohol (5 Teile) verdünnt und sowohl als Warmlack, wie auch als Kaltlack benutzt werden. Er fliesst sehr gut. Die Schicht trocknet rasch und glänzend und ist weit widerstandsfähiger gegen Scheuern u. s. w., als jene von irgend einem der bisher allgemein üblichen Schellackfirnisse. Dabei ist es möglich, unter Anwendung von weichem Bleistift sehr ausgiebige Deckungen beim Retouchieren zu erzielen, so dass man des Mattoleïns entbehren kann.

Auch harter Angolakopal ergibt einen sehr brauchbaren Negativlack; man kann sich einen solchen Lack herstellen, wenn man klare, lichte Stücke Angolakopal pulvert, mit der 4- bis 5fachen Menge Epichlorhydrin übergiesst und in der Wärme am Wasserbade in einem Kolben mit eingehängtem Glastrichter digeriert. Der Angolakopal löst sich unvollständig, die Lösung wird aber fast vollständig, wenn man nach ½ Stunde die gleiche Menge absoluten Alkohols hinzufügt. Man filtriert den kalten konzentrierten Lack und verdünnt gegebenenfalls entsprechend mit Alkohol.

Dieser Lack soll als Warmlack verwendet werden, und gibt harte, glänzende Schichten, welche der Einwirkung von Feuchtigkeit gut widerstehen.

Lichtdruck, Photolithographie, Algraphie, Photoxylographie.

Das Umdrucken von Lichtdruckbildern auf Aluminium- oder Zinkplatten bildet den Gegenstand einer Versuchsreihe, über welche *A. Albert*[53]) berichtet. Zum Zwecke des Umdruckes wird eine nicht grob gekörnte Lichtdruckplatte mit schwarzer Farbe, der etwas Umdruckfarbe beigemengt ist, angedruckt. Sobald ein schönes Resultat erzielt ist, wird, statt auf Papier, auf eine dünne, feingekörnte Aluminium- oder Zinkplatte gedruckt; solche Platten heben dann ganz gut die Farbe ab, es braucht nur der Presse etwas mehr Spannung gegeben zu werden. Durch diese Uebertragung des geschlossenen Halbtonbildes auf die gekörnte Metallfläche wird ein für Flachdruck druckfähiges Bild erreicht, wenn die weitere Behandlung wie bei einem gewöhnlichen Umdruck oder einer Kreidezeichnung von Seiten des Steindruckers erfolgt ist, wobei aber das Verstärken des Umdruckes mittels Farbe (Anreiben) entfällt.

Vor dem Aetzen kann auch jede Art der lithographischen Nachhilfe mittels Kreide, Tusche, Nadel u. s. w. oder ein anderer Umdruck von Schriften, Umrahmung o. dgl. erfolgen, und hat das Verfahren selbstverständlich eine Anwendung für Farbendruck.

Steinpapier[54]) *als Ersatz des Lithographiesteines* bringt die Firma *Spoerlin und Zimmermann* in Wien in den Handel. Nach *Kampmann*[55]) kann man das Steinpapier auch an Stelle des photolithographischen Gelatinepapieres zur Herstellung von umdruckfähigen Fettkopien verwenden.

Zur Herstellung von Lithographien, nach Art getuschter oder lavierter Bilder mit sanft ineinander verlaufenden Halb- oder Mitteltönen, erzeugt *H. J. Burger* in Zürich eine eigene, vermöge ihrer Zusammensetzung besonders geeignete Fetttusche und erhielt auf dieselbe ein D. R. P. (Nr. 103043). Der Patentschrift zufolge besteht dieselbe aus:

Pulverisiertem syrischen Asphalt . . . 2 Teilen

und

Gewöhnlicher lithographischer Tusche . 1 Teil

letztere von beiläufig folgender Zusammensetzung:

Wachs	4 Teile
Schellack	4 „
Seife	4 „
Talg	3 „
Lampenruss	1 Teil

werden nach bekannter Weise zusammen gekocht und gebrannt.

Die Mischung wird in irgend einem ätherischen Oele, am besten in Terpentinöl, gelöst und sodann in schwächerer oder stärkerer Verdünnung mit dem Pinsel (in Laviermanier) auf die Druckplatte (Stein, Aluminium u. s. w.) gebracht. Die Tusche widersteht in homogener Weise dem Aetzmittel proportional der Dicke der Schicht, in welcher sie aufgetragen wurde, und ermöglicht so die Herstellung von Lithographien mit halbtonartiger Wirkung (*Allgem. Anzeiger für Druckereien*, Frankfurt a. M. 1899 Nr. 19).

Ein *direktes Kopierverfahren für den Flachdruck von Aluminiumplatten* veröffentlichte *G. Fritz*[56]). Derselbe präpariert die Aluminiumplatten mit einer Leim-Albuminlösung, welche mit Ammoniumbichromat versetzt wurde, nachdem dieselben vorher mit verdünnter Salpetersäure geätzt und mit Bimssteinpulver geschliffen worden sind. Dann wird kopiert und hierauf in der Dunkelkammer mittels eines Lappens und sogen. „Entwickelungsfarbe“[57]) eingerieben, bis die Farbe auf der Platte trocken erscheint. Man legt die so behandelte Platte hierauf in eine Tasse mit reinem Wasser, entwickelt das Bild durch Reiben mit einem Baumwollenbausch, trocknet mit Saugpapier und ätzt zweimal mit dünner Gummilösung, welche 2 % Phosphorsäure enthält.

Ein *anastatisches Verfahren, um Zeitungsbilder, die man für Reproduktionszwecke verwenden will, einfach und schnell als abwaschbare Vorlage für den Zeichner auf dessen Zeichenkarton* (Bristolkarton) *umzudrucken*, bringt der „*Inland Printer*“ (Chicago). Danach werden 2 g Marseiller Seife geschabt und unter Umrühren in 200 g kalten Wassers aufgelöst. Nach der Auflösung werden 25 g Spiritus und 25 g Terpentin zugesetzt und das Ganze gut gemischt. Von dieser Lösung wird in eine flache Schale etwas gegeben und das umzudruckende Bild mit der Bildseite nach unten auf der Flüssigkeit schwimmen gelassen. Erst wenn das Papier sich gut vollgesaugt hat, wird es zum Abtropfen aufgehängt und die überschüssigen Tropfen werden mit Fliesspapier entfernt, wonach das Bild sofort auf das weisse Kartonstück gelegt wird. Die Rückseite des Ausschnittes wird mit einigen Bogen reinen Papieres belegt und einem gleichmässigen Druck ausgesetzt. Nach einer Minute (je nach dem Druck) wird der Umdruck auf dem Papier zu stande gekommen sein. Der Druck wird mit waschechter Tusche überzeichnet und nachträglich die umgedruckte Farbe mit dem Schwamm abgewischt.

[52]) *Photogr. Corresp.*, 1899 S. 333.

[53]) *Photogr. Corresp.*, 1899 S. 37.

[54]) Vgl. über die Behandlung von Steinpapier: *G. Fritz*, in *Eder's Jahrbuch für Photographie für 1900*, S. 9.

[55]) *Freie Künste*, 1899 Nr. 19.

[56]) *Allgem. Anz. f. Druckereien*, 1899 S. 1599.

[57]) Diese Farbe besteht aus Wachs, Unschlitt, Holzteer, Lavendelöl, Asphalt, fette Steindruckfarbe und Terpentin.



Korn und Lineaturverfahren, Autotypie.

Für *Autotypieaufnahmen in drei Farben direkt nach dem Originale* bringt *Max Levy*[58]) zwei gekreuzte Glasraster in den Handel, von welchen der eine diagonal, der andere um 75 + 105° gezogen ist. Dieser zweite Raster ist für zwei Farben bestimmt, indem man die bei der ersten Aufnahme nach vorn gerichtete Glasfläche bei der folgenden nach rückwärts dreht. Die drei Negative schneiden sich dann im Winkel von 30°, wodurch die sogen. „Moirébildung" vermieden erscheint.

Duplex-Autotypie. Die Firma *Meisenbach, Riffarth und Co.*, Berlin, München und Leipzig, bezeichnet mit diesem Namen eine von ihr eingeführte Reproduktionsmethode, welche auf der Verwendung von zwei verschiedenartig hergestellten autotypischen Druckplatten für ein und dasselbe Bild beruht. Jede der autotypischen Platten hat eine andere Rasterdrehung, und für jede der beiden Platten sind bei der Erzeugung der Negative verschiedene Expositionen zur Anwendung gelangt. Ein Negativ ist normal gehalten und gibt die Hauptplatte; das andere wird derartig exponiert, dass die dadurch erzielte Platte möglichst geschlossene Tiefen, kräftige Mitteltöne und hohes Licht erhält; diese zweite Platte hat im Drucke gleichsam nur als Unterdruck oder Tonplatte zu wirken. Die Duplex-Autotypie verdankt ihren Namen sonach dem Umstande, dass nicht eine Autotypie zugleich mit einer glatten Tonplatte zur Benutzung kommt, sondern man stellt bei dieser Manier zwei selbständige Autotypien her, welche verschiedene Tonwerte aufweisen, und welche bei genau gleicher Einstellung angefertigt werden, damit dieselben in allen kleinsten Details kongruent bleiben. Bei der Drucklegung wird jedoch die eine Platte mit einem glatten Ton (gelb oder chamois u. s. w.) gedruckt und über diese kommt dann die eigentliche Autotypie als Schwarz- oder Schlussplatte.

Charakteristisch für dieses Verfahren ist die enorme Tiefe und Sättigung in den Schatten, unter gleichzeitiger Beibehaltung aller, auch der zartesten Mitteltöne. (Näheres hierüber vgl.: *Archiv für Buchgewerbe,* 1899 Heft 8 S. 394.)

Schon lange herrscht in der Autotypie das Bestreben, an Stelle der gebräuchlichen Kreuzraster sogen. *Kornraster* einzuführen, welche ein unregelmässiges Korn liefern, und sich daher unter gewissen Umständen zur Herstellung künstlerisch wirksamer Bilder besser eignen. Solche *„Kornraster"* werden heute bereits von mehreren Firmen erzeugt und in den Handel gebracht, z. B. von *Haas* (Frankfurt a. M.), von *J. Wechler* (Ilfracomb, England) u. a.

Der *Wechler*'sche Kornraster *„Mezzograph Screen"* wird nach dem englischen Patente (Nr. 12017) in der Weise hergestellt, dass eine planparallele Glasplatte dem Rauche von ohne Flamme verbrennender Birkenrinde ausgesetzt wird, worauf mit Flusssäure geätzt wird. Man erhält ein (entsprechend den nicht geschützten Stellen am Glase) durchsichtiges Korn, welches, ohne mit Pigment ausgefüllt zu werden, eine feine Zerlegung des Bildes bei der Autotypieaufnahme bewirkt[59]).

Zur *Aetzung von Kupfer, Zink und Glas* verwendet *E. Levy* in Amerika den *„Säureblasprozess"*. Anstatt nämlich die betreffenden zu ätzenden Platten in die Säure einzutauchen, wird diese letztere mittels eines kräftigen Gebläses in Form eines feinen Sprühregens gegen die Platte geblasen.

Ueber die hierzu verwendeten Apparate: *„Zinkätzgebläse"* berichtet *van Beck*[60]).

Heliogravure.

J. Warnerke berichtet über *Photogravure mittels Silbersalzen.* Zur Bildherstellung dient ein starkes, sehr gleichmässiges Papier, dasselbe wird zuerst mit einer sehr löslichen Gelatine und darauf mit zwei Schichten Chlorsilbergelatineemulsion übergossen. Es wird unter einem Raster und dem betreffenden Negative belichtet oder es wird vorerst ein Rasternegativ hergestellt und dieses zur Bilderzeugung verwendet. Das Bild wird mit einem Pyrogallol-Zitronensäure - Ammoniakentwickler hervorgerufen, gewaschen (zuletzt mit Essigsäure) und ohne zu fixieren auf die frisch polierte Kupferplatte aufgequetscht, nach 5 bis 15 Minuten wird mit 30° C. warmem Wasser entwickelt. Nach dem Trocknen (10 Stunden) wird in der üblichen Weise mit Eisenchlorid geätzt[61]).

E. Obernetter[62]) wendet *das Einstaubverfahren zu heliographischen Zwecken* an. Zu diesem Zwecke wird eine plane Kupferplatte poliert u. s. w., lauwarm mit (gummi- und zuckerhaltiger) Chromatalbuminlösung präpariert und zentrifugiert. Die trockene lauwarme Platte wird unter einem Strichnegative 5 bis 10 Minuten belichtet und nach dem leichten Anwärmen mit feinst geschlemmtem Graphitpulver überpinselt, bis das Bild vollständig kräftig sichtbar ist. Nun wird zur Entfernung des Chromatüberschusses und zur Härtung der Schichte mit Alkohol behandelt, trocknen gelassen und nach dem Decken der Rückseite mit Eisenchloridlösung von 40° Bé. geätzt, worauf ein zweites Aetzbad mit einer ebensolchen Lösung von 35° Bé. folgt. Dann wird mit Wasser gespült und das Bild mit Alkohol und Schlemmkreide abgerieben.

Farbendruck.

Beim *Dreifarbendruck* schlägt *V. Turati* in Mailand[63]) folgenden Arbeitsgang ein:

Für die Blauaufnahme wird eine Platte geringer Empfindlichkeit (20° W.) verwendet. Für die Gelbaufnahme dient eine der orthochromatischen Platten des Handels, für die Rotaufnahme die *Lumière*-Platte Serie B, „sensible au jaune et au rouge", welche sehr empfindlich für rote und gelbe Strahlen ist, daher bei grünem Licht (am besten durch Vorschalten dreier entsprechend nuancierter Ueberfangglasscheiben [gelb, grün, blau] vor eine Gas- oder Petroleumflamme zu erzielen) zu bearbeiten ist. Als Filter dienen die Farbenfilter von *Hemsath* in Frankfurt a. M. Die Expositionszeit ist für alle drei Aufnahmen fast gleich. Als Entwickler dient der Oxalatentwickler.

Von den drei Negativen werden Kopien auf Papier angefertigt und diese retouchiert, worauf von denselben erst Rasteraufnahmen gemacht werden.

Dr. *E. Albert* in München erhielt ein Patent auf ein *photographisches Farbendruckverfahren.* Der Patentanspruch geht dahin, dass ausser einer Schwarzdruckplatte auch Koloritplatten nach der Methode der Dreifarbenphotographie gemacht werden, jedes einzelne dieser Negative in Verbindung mit einem Diapositiv der Schwarzdruckplatte gebracht wird, und mit diesen zusammengesetzten aus einem Positiv und einem Negativ bestehenden Kopiermatrizen die Farbendruckplatten hergestellt werden[64]).

Photokeramik, Dekoration von Goldgegenständen auf photographischem Wege.

Ein *photokeramisches Verfahren, welches auf dem Lösungsvermögen des Calciumnitrates für nicht gegerbte Gelatine* beruht, beschreibt *Liesegang*[65]). Man entwickelt zur Durchführung dieses Verfahrens die betreffende Trockenplatte mit Pyrogallol-Soda ohne Sulfitzusatz, wobei starke Gerbung der Gelatine an den belichteten Stellen eintritt. Nun wird das Negativ mit konzentrierter Calciumnitratlösung behandelt: Die stark gegerbten Weissen nehmen fast nichts, die Mitteltöne mehr, die Schatten sehr viel auf, wodurch verschiedene Grade von Klebrigkeit resultieren, welche es ermöglichen, nach Abwischen der überschüssigen Flüssigkeit durch Einstauben mit Schmelzfarben ein positives Bild zu erzielen, das auf die gewöhnliche Weise mit Kollodion abgezogen, auf den Porzellangegenstand übertragen und eingebrannt werden kann.

Zur *Herstellung einbrennbarer Drucke von Tief-, Hoch- oder Flachdruckplatten* werden auf Gelatineumdruckpapier Drucke mit gewöhnlicher Druckfarbe gemacht, diese mit Oxydfarben eingestaubt und unter Anwendung von warmem

[58]) *Eder's Jahrbuch für Photographie für 1900,* S. 663.
[59]) *Eder's Jahrbuch für Photographie für 1900,* S. 669 u. f.
[60]) *Zeitschrift f. Reproduktionstechnik,* 1899 S. 12.

[61]) *Bull. Soc. Franc.,* 1898 S. 301.
[62]) *Liesegang, Photogr. Alman.,* 1900 S. 82.
[63]) *Atelier des Photographen,* 1898 S. 1.
[64]) *Photogr. Corresp.,* 1899 S. 309.
[65]) *Amateur-Photograph,* Juni 1898 S. 83.



Wasser auf die betreffenden Gegenstände übertragen, eventuell nochmals eingestaubt und dann eingebrannt [66]).

An *Stelle der photokeramischen Staubverfahren wird die Anwendung des Pigmentverfahrens unter Benutzung von Porzellanfarben* empfohlen [67]); es soll vor den Staubverfahren den Vorteil haben, bessere Halbtöne zu geben. Zum Zwecke der Durchführung dieses Verfahrens für eingebrannte Bilder auf Porzellan oder Glas bereitet man sich eine Mischung von Gelatine (2), Hausenblase (12), Wasser (180), Dextrin (4) und Porzellanfarbe (24 bis 32). Diese Mischung wird zur Herstellung von Pigmentpapier verwendet, welches man mit Chromatlösung (12 Ammoniumbichromat, 270 Wasser und 90 Alkohol) sensibilisiert, trocknen lässt, kopiert, mit warmem Wasser entwickelt und, wie dies beim Pigmentprozesse üblich ist, auf den zu dekorierenden Gegenstand überträgt, worauf das Bild eingebrannt wird.

Ein anderer Prozess ist von Dr. *Pavloffsky*: 25 Teile feinstes, ausgesuchtes Gummi arabicum werden 2 bis 3 Tage, mit 100 Teilen destillierten Wassers übergossen, der Ruhe überlassen. Die Gummilösung wird durch Leinwand filtriert und mit 16 bis 20 Teilen Porzellanfarbe, die vorher fein gerieben war, dann 7 Teile hartgewordener Honig und einige Tropfen Karbolsäure versetzt. Diese Mischung wird auf starkes Papier aufgetragen und nach dem Trocknen wie ein Kohlebild sensibilisiert. Das Sensibilisierungsbad muss, statt reines Wasser, halb Wasser, halb Alkohol enthalten. Der Prozess geht dann wie gewöhnlich vor sich. Vor dem Einbrennen wird die Oberfläche des Bildes mit Fluss eingepulvert, und zwar in folgender Weise: Aus Baumwolle wird ein Bausch hergestellt, der mit einem seidenen Lappen umbunden wird. Auf diesen Bausch bringt man einige Tropfen eines Firnisses, den man sich dadurch herstellt, dass man Lavendelöl und harziges Terpentinöl zu gleichen Teilen mischt; dann wird mit diesem Bausch das Bild gleichmässig betupft. Der Fluss wird in fein gepulvertem Zustand über die klebrige Oberfläche gestreut, und zwar möglichst gleichmässig, indem man ihn aus einem feinen Gazesieb herausschüttelt [68]).

[66]) *Allgem. Anz. f. Druckereien*, Frankfurt a. M. 1898 Nr. 51.
[67]) *Photogr. Chron.*, 1899 S. 92.
[68]) *Eder's Jahrbuch für Photographie für 1900*, S. 686.

Nach einer Mitteilung in der *Phot. Chronik*, 1899 S. 62, kann das Aufbringen von Photographien auf Goldplättchen zur Dekoration von Uhrgehäusen u. dgl auf zweierlei Art geschehen, entweder mit Hilfe des Kollodionverfahrens bezw. der gewöhnlichen Chlorsilberkollodionemulsion, oder natürlich viel haltbarer durch Einbrennen. Auf dem ersteren Wege verfährt man folgendermassen: Man kopiert das Bild auf sogen. Celloidinabziehpapier, wie es beispielsweise von *Liesegang* in den Handel gebracht wird, oder auch einfach auf Chlorsilberkollodionpapier, welches man sich selbst dadurch präpariert, dass man die Chlorsilberkollodionemulsion auf ein stark gelatiniertes Papier aufgiesst. Das Bild wird wie gewöhnlich behandelt und entweder im Tonfixierbad, oder in getrennten Bädern fertiggestellt. Hierauf bringt man das ausgewaschene und beschnittene Bildchen in eine Tasse mit warmem Wasser, in welchem sich die Haut vom Papier loslöst, worauf dieselbe einen Augenblick gewaschen wird, und dann auf die vorher mit einem ganz dünnen Mastixlack überzogene Goldplatte, während der Lack noch etwas klebt, unter Wasser übertragen wird. Man lässt das Bildchen, nachdem es sich in der richtigen Lage befindet, trocken werden und überzieht das Ganze mit Goldarbeiterlack. Es ist dies ein sehr verdünnter Zaponlack, in welchen man den dekorierten Gegenstand einfach eintaucht. Viel haltbarere Bilder werden nach dem Einbrennverfahren gewonnen. Man überzieht ein gelatiniertes Papier zuerst dick mit Rohkollodion und hierauf mit der Chromatschicht, welche aus 5 Teilen Wasser, 1 Teil Traubenzucker und $^1/_3$ Teil doppeltchromsaurem Kali besteht. Die Schicht lässt man trocknen, belichtet unter einem Diapositiv und entwickelt mit fein gepulverter Schmelzfarbe (Porzellanfarbe), indem man auf das trockene Bild die Farbe mit einem feinen Pinsel aufstäubt und so lange vorsichtig darüber verreibt, bis das Bild unter der Wirkung der Feuchtigkeit der Luft hervorgekommen ist. Hierauf wird abermals kollodioniert und gründlich gewaschen. Man löst dann das Schmelzfarbenbild in heissem Wasser ab, überträgt es auf die Goldplatte, lässt es trocknen, überstäubt das Ganze mit einer ganz kleinen Menge feinst gepulverten Flusses und brennt im Muffelofen ein.

Kleinere Mitteilungen.

Elektrischer Fahrkartenautomat für Strassenbahnen.

Es liegt im Interesse der Strassenbahnen, die Herausgabe der Fahrkarten nicht durch Schaffner, sondern durch einen zuverlässigen Automaten zu bewirken; es gilt dieses nicht nur für die kleineren Bahnen, bei denen nach der Frequenz der Schaffner ganz gut entbehrt werden kann, sondern auch besonders für diejenigen Bahnen, bei denen wegen lebhaften Verkehres ein Schaffner nicht zu entbehren ist; der Schaffner kann dadurch, dass er vom Geschäfte des Geldeinkassierens und Kartenherausgebens entlastet wird, seine Aufmerksamkeit ausschliesslich dem Betriebe widmen, so dass die Betriebssicherheit wesentlich erhöht wird. Ein derartiger einfacher und zuverlässiger Apparat ist endlich für Strassenbahnen, bei denen das Zahlkastensystem eingeführt ist, von grossem Wert, weil er eine Kontrolle bietet, die bisher der Wagenführer unter Benachteiligung der Betriebssicherheit ausüben musste. Eine Belästigung und Inanspruchnahme des Publikums ist die Anwendung des Automaten aber nicht, da das Publikum an den Gebrauch von Automaten vollkommen gewöhnt ist.

Man hat daher auch schon vielfach versucht, Fahrkartenselbstverkäufer bei elektrischen Strassenbahnen anzuwenden; die meisten Versuche sind aber bislang gescheitert, weil die betreffenden Apparate gegen die bei Strassenbahnen vorkommenden heftigen Erschütterungen und Stösse und die oft sehr bedeutende Neigung der Wagen zu empfindlich waren und infolgedessen versagten. — Von dem Zivilingenieur *Fritz Krull* in Hamburg-Eilbek ist nun ein Apparat konstruiert, der diesen Uebelstand nicht hat und sich im Betriebe der Posener Strassenbahn, wo derselbe seit Monaten probeweise im Gebrauch ist, vollkommen zuverlässig und betriebssicher erwiesen hat.

Der Apparat enthält zwei Elektromagnete A und B mit doppelter Wickelung; als Anker dieser Elektromagnete dienen zwei kürzere Elektromagnete E und F mit einfacher Wickelung, die an dem, um die horizontale Achse c drehbaren Hebel D aufgehängt sind. Betrieben wird der Apparat durch den Strom der Strassenbahn, dessen Spannung durch einen Vorschaltwiderstand auf etwa 200 bis 250 Volt vermindert wird. Den Stromschluss bewirkt das dem Fahrpreise entsprechende, in den Geldkanal Q eingeworfene Geldstück, nach dessen Einwurf der Apparat die mit Datum und Fahrtnummer versehene Fahrkarte herausgibt.

Das Geldstück schliesst beim Herabfallen im Kanal Q nacheinander drei Kontakte und zwar zunächst den Kontakt zwischen u und t; hierdurch geht der Strom, der von dem mit dem +-Pol verbundenen Kontakte t kommt, durch die Wickelung 1 der Elektromagnete A und B und durch die Wickelung von E und F. Die Polarität der vier Elektromagnete ist dann derartig, dass A und E einander abstossen und B und F sich anziehen; infolgedessen dreht sich der mehrarmige Hebel D im Sinne des Uhrzeigers und zieht mittels der Gelenkstange h den Vorschubschlitten i, der unter dem Fahrkartenbehälter L hinläuft, nach links; gleichzeitig drückt Zapfen 3 gegen den Ansatz v des Auslösehebels r, wodurch Kontakt u nach links geht und das Geldstück zwischen u und t frei wird und weiter nach unten fällt, bis es im zweiten Kontakte u' und t' hängen bleibt. Hierdurch wird der Stromkreis 2 der Elektromagnete A und B und der für E und F geschlossen, wodurch die Polarität jetzt derart wird, dass A und E sich anziehen und B und F sich abstossen; infolgedessen schwingt der Hebel D wieder in die gezeichnete Lage zurück, wodurch der Vorschubschlitten nach rechts geht und mittels der Nase k von dem im Fahrkarten-

behälter liegenden Fahrkartenstapel *M* die unterste Karte so weit vorschiebt, dass dieselbe unter den Stempelapparat *n* gelangt; ausserdem wird aber durch Anschlag des Zapfens *4* gegen den Ansatz *w* des Auslösehebels *s* der Kontakt *u'* nach links bewegt und das Geldstück zwischen *u'* und *t'* frei. Dasselbe fällt nun in den dritten Kontakt *x—t'* und schliesst damit den Stromkreis *5* für den Stempelelektromagneten *P*. Der Stempelapparat *n* besteht aus einem zweiarmigen Hebel, dessen eines Ende den Anker des Elektromagneten *P* trägt und dessen anderes Ende gegabelt ist und zwischen der Gabelung die Stempel-

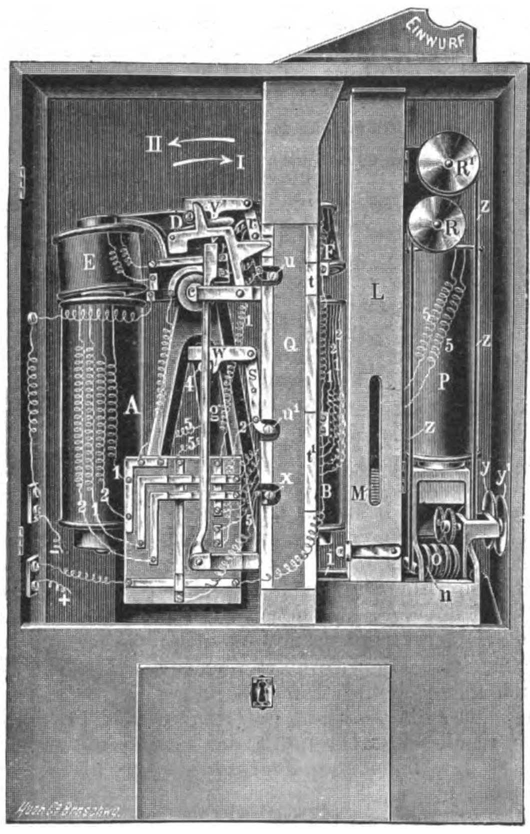


Fig. 1.

scheiben *O* hat. Durch Anziehung des Ankers werden die Stempelscheiben auf die unter ihnen liegende Karte gepresst und mittels des auf die Rollen *R* und *R'* gewickelten Farbbandes Datum und Fahrtnummer aufgedruckt. Gleichzeitig bewegt sich *x* nach links und lässt das Geldstück zwischen *x* und *t'* frei und in den Geldkasten fallen.

Die gestempelte Fahrkarte bleibt dann unter dem Stempelapparat liegen, bis durch Einwerfen des nächsten Geldstückes

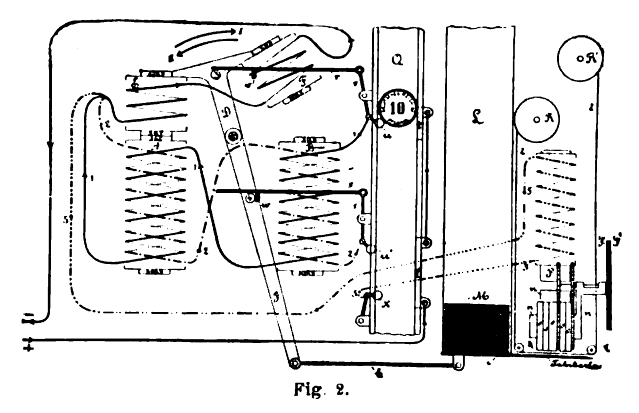


Fig. 2.

der Schlitten nach links geht und die Karte fallen lässt; der Fahrgast bekommt also jedesmal die beim vorhergehendenmal gestempelte Karte. — Die Datumscheiben werden im Wagenschuppen von hierzu Beauftragten täglich eingestellt und durch einschnappende Federn gehalten; die Scheiben, welche die Fahrtnummer angeben, verstellt am Ende jeder Tour der Schaffner mittels eines Vierkantschlüssels, der, wie bei einer Uhr, von aussen auf einen Zapfen gesteckt wird; die Nummer zeigen die aussen sichtbaren Nummerscheiben *y* und *y'*.

Erwähnt sei noch, dass auch Störungen, die durch Einwurf mehrerer Geldstücke auf einmal oder stark beschädigter und unrichtiger Münzen hervorgerufen werden könnten, in der einfachsten und sichersten Weise vorgebeugt ist.

Die Hauptvorzüge des *Krull*'schen Fahrkartenautomaten sind: seine grosse Einfachheit und Uebersichtlichkeit, besonders auch der Schaltung; die bequeme Zugänglichkeit und Kontrollierbarkeit aller seiner Teile; die Bequemlichkeit seines Einbaues; seine leichte Handhabung; seine Verwendbarkeit in allen Fällen, bei denen Elektrizität die bewegende Kraft ist (also z. B. bei Automobilwagen); vor allem aber seine absolute Unempfindlichkeit und vollkommene Betriebssicherheit.

Bücherschau.

Die Anilinfarben und ihre Fabrikation. Von *K. Heumann*. Dritter Teil. Nach des Verfassers Tode fortgesetzt und herausgegeben von *P. Friedländer*, Professor am technologischen Gewerbemuseum in Wien. 1. Hälfte. Braunschweig, Friedrich Vieweg und Sohn. 1900. Preis M. 20.—

Des vorliegenden dritten Bandes erste Hälfte (800 Seiten) ist ausser einem wenige Zeilen umfassenden Vorworte *Friedländer*'s lediglich ein wörtlicher Abdruck der deutschen Patentschriften der Klasse 12 und 22, welche über Azofarbstoffe handeln. Der Verfasser hat nichts dazugesetzt und nichts davongenommen. Die Patente sind chronologisch geordnet, sie umfassen die Patentschriften 3224 bis 74 058. In der Ankündigung des Werkes wird gesagt, dass in der zweiten Hälfte dieses dritten Bandes die Patentlitteratur bis zum neuesten Datum weitergeführt wird. In den folgenden Bänden, von denen noch eine Anzahl zu erwarten ist, werden dann die Patentschriften der übrigen Farbstoffklassen wiedergegeben werden. Das Werk wird also, wenn es vollständig vorliegt, sich im wesentlichen von der umfangreichen Sammlung von Patentschriften: „Die Fortschritte der Teerfarbenfabrikation" von dem gleichen Verfasser (vier Bände, Berlin, Springer), durch die Anordnung der Patentschriften unterscheiden. In letzterem Werke ist eine wissenschaftliche Einteilung des Gesamtgebietes der Farbenindustrie angestrebt worden, während, wie bereits bemerkt, in vorliegender Sammlung eine chronologische Anordnung der Patentschriften gewählt worden ist.

Eine wissenschaftliche Einteilung hat unstreitig einen viel höheren Wert, als eine chronologische Anordnung. Indessen kommt die erstere auch in den „Fortschritten der Teerfarbenfabrikation" nicht ganz zur Geltung, weil die einzelnen Bände dieses Werkes nur über verhältnismässig kleine Zeitabschnitte berichten und daher auch hier naturgemäss eine Verteilung zusammengehöriger Patentschriften über die vier Bände vorgenommen werden musste. Vielleicht hat *P. Friedländer* Gelegenheit, die Patentschriften der Klasse 12 und 22 zusammenfassend zum drittenmal zu reproduzieren; in diesem Falle könnte dann etwa eine wissenschaftliche Anordnung des ganzen Gebietes vorgenommen werden und dadurch würde auch, wenigstens in genau dem gleichen Masse wie bei der vorliegenden Sammlung von Patentschriften, eine allzu auffallende Aehnlichkeit mit den älteren Werken vermieden. *B.*

Betrachtungen über Maschine und Maschinenbau. Festrede von Hofrat *Ernst A. Brauer*. Karlsruhe, Braunsche Hofbuchdruckerei, 1899. Preis 60 Pf.

Eine Darstellung des Lebens der Maschine als Individuum und als Gattung. Herstellung der Maschine in der Werkstatt, ihr Arbeiten in der Fabrik, ihr Tod, Verdrängung durch eine besser angepasste Art, Vererbung der nützlichen Eigenschaften, Entstehung neuer Arten u. s. w. wird nach der biologischen Manier erzählt und überall hervorgehoben, welche Aufgaben dem angehenden Ingenieur daraus erwachsen. Das Werkchen stellt sich somit in die Reihe jener Schriften, deren Schar immer wächst, die das technische Material von allgemeineren Standpunkten als bisher üblich, beleuchten und so die neue Denkweise vorbereiten und verbreiten, die wir unter dem Titel der „Allgemeinen Fragen der Technik" in dieser Zeitschrift zur Geltung bringen. *P. K. v. E.*

Das neue Gaswerk der Stadt Zürich in Schlieren. Von Ingenieur *A. Weiss*, Gasdirektor in Zürich. Sonderabdruck aus der *Schweizerischen Bauzeitung*, Bd. XXXIV, 1899.

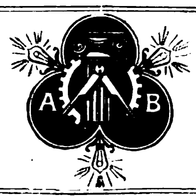
Nach längeren Vorverhandlungen und Vorarbeiten erstand eine neue Gasfabrik in Schlieren, deren bauliche und technische Einrichtungen eingehend geschildert sind. Durch 42 Textfiguren und 4 Tafeln sind diese Erläuterungen anschaulicher gemacht. Das Studium dieser fleissigen und gediegenen Arbeit ist den Interessenten bestens zu empfehlen. *Bjd.*

Arnold Bergsträsser Verlagsbuchhandlung (A. Kröner) Stuttgart.
Druck der Union Deutsche Verlagsgesellschaft ebendaselbst.

DINGLERS
POLYTECHNISCHES JOURNAL.

1. Jahrg., Bd. 315, Heft 36. Stuttgart, 8. September 1900.

Jährlich 52 Hefte in Quart. **Abonnementspreis** vierteljährlich 6 M., direkt franko unter Kreuzband für Deutschland und Oesterreich 6 M. 65 Pf., für das Ausland 7 M. 30 Pf. Redaktionelle Sendungen und Mitteilungen bittet man zu richten: An die Redaktion von „Dinglers Polytechn. Journal" in Stuttgart, die Expedition betreffende Schreiben an Arnold Bergsträsser Verlagsbuchhandlung (A. Kröner) Stuttgart.



Die besonderen Verkehrsmittel auf der Pariser Weltausstellung.

(Fortsetzung von S. 549 d. Bd.)

II. Die elektrische Rundbahn der Ausstellung.

In Berücksichtigung der beträchtlichen örtlichen Ausdehnung der Ausstellung und namentlich der nennenswerten gegenseitigen Entfernungen der Hauptausstellungsplätze musste man für die Errichtung *innerer* Beförderungsanlagen Sorge tragen, welche es den Besuchern ermöglichen, leicht und rasch von einem Punkte der umschlossenen Ausstellungsgebiete an Punkte eines anderen zu gelangen. Im Jahre 1889 waren zu diesem Behufe die äussersten Enden des Marsfeldes der *Avenue de Suffren* entlang über den *Quai d'Orsay* mit der Invalidenesplanade durch eine schmalspurige Dampfeisenbahn in Verbindung gebracht, welche allerdings den Uebelstand besass, dass sie fast ihrem ganzen Verlaufe nach in Einschnitten lief und daher den Fahrgästen wenig Aussicht gewährte. Diesem Uebelstande wollte man diesmal aus dem Wege gehen, weshalb zwei Verkehrsanlagen, nämlich die *elektrische Rundbahn* und die *elektrische Stufenbahn* (vgl. *D. p. J.* 1899 **313** 3) geschaffen wurden, welche nahezu dieselbe Trasse, aber entgegengesetzte Fahrtrichtungen besitzen und zumeist, mehr oder minder hoch über dem Strassenniveau liegend, äusserst interessante Rundblicke auf die anstossende Umgebung darbieten. Allein die hierdurch bedingte Linienführung entspricht entschieden mehr den künstlerischen Rücksichten, das Gesamtbild des Marsfeldes vom Elektrizitätspalais mit dem Wasserschlosse bis zum Seineufer und dem Trocadéropalaste unverletzt zu erhalten, als den Verkehrsbedürfnissen, denn wie der Linienplan (Fig. 17) ersehen lässt, werden durch die zwei besagten Anlagen nur die nordöstliche Seite des Marsfeldes, die Westseite der Invalidenesplanade und der *Quai d'Orsay* berührt, während für den ganzen westlichen und südlichen Teil des riesigen Marsfeldes und der Ostseite der Invalidenesplanade jede Einrichtung für den Massentransport fehlt. So gibt es denn auch nicht wenig Urteiler, welche der Anschauung sind, ein ähnliches billiges und doch leistungsfähiges Beförderungsmittel, wie es vor 11 Jahren die oben erwähnte Schmalspurbahn gewesen ist, die tiefer ins Innere der Ausstellungsplätze hätte eindringen können, wäre zweckdienlicher gewesen, als die diesmalige Anlage, trotz der schönen Aussichten, auf deren Rechnung hin die elektrische Rundbahn 25 Cts. und die Stufenbahn 50 Cts. Fahrgeld erhebt.

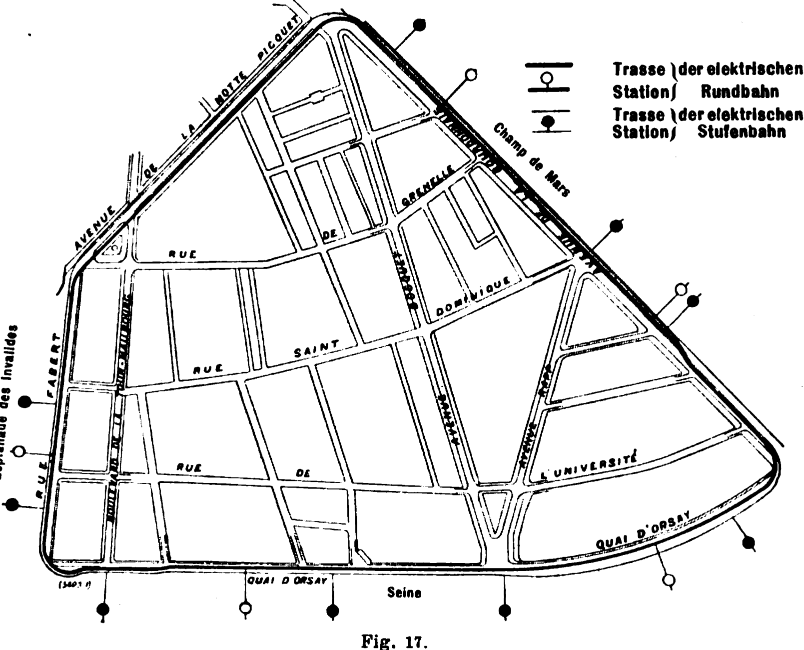


Fig. 17.
Linie und Stationen der Rundbahn.

Das Geleise der Rundbahn gelangt, nachdem es vom *Quai d'Orsay* kommend, beiläufig 200 m weit durch die *Avenue de la Bourdonnais* gelaufen ist, zunächst des Eintrittsthores Nr. 17 in den abgeschlossenen Raum des Marsfeldes, wo es vom Palais für die Gruppe XI (Bergbau und Hüttenkunde) angefangen bis in die Nähe des Dampfkesselhauses im Bodenniveau unter der Stufenbahn (vgl. Fig. 17) fortläuft und zwei Haltestationen besitzt. In den letzten 200 m der *Avenue de la Bourdonnais* hört die vorgedachte Gemeinsamkeit der beiden Verkehrsanlagen auf, und die Rundbahn erhebt sich sodann sehr rasch ansteigend zur Hochbahn, als welche sie, die Einfriedigung des Ausstellungsgebietes am Marsfelde bei dem Eintrittsthor Nr. 15 verlassend, ihren Weg durch die *Avenue de la Motte-Picquet* nimmt, um in der Nähe des Eintrittsthores Nr. 26 nunmehr in den eingefriedeten Ausstellungsraum der Invalidenesplanade einzutreten und der ganzen westlichen Längsseite dieses Gebietes im Niveau der *Rue Fabert* entlang zu laufen. Hier befindet sich gleichfalls eine Haltestelle. Am nordwestlichen Ende der Esplanade, knapp beim Bahnhofe „*Des Invalides*" der Westbahn, wendet sich die Linie in einem scharfen Bogen dem *Quai d'Orsay* zu, wo sie den offenen Teil der Zutrittsstrasse der Invalidenbrücke als Viadukt überschreitet und dann rasch wieder so weit fällt, als es erforderlich ist, um das Strassenniveau zu gewinnen und unter der Stufenbahn weiteren Verlauf zu nehmen. Die offene Strasse der *Pont de l'Alma* wird von der Rundbahn unterirdisch in einem Tunnel überquert, und etwa 200 m weiter nimmt sie bereits wieder seitlich der Stufenbahn den Charakter der Hochbahn an, als welche sie mittels eines starken Bogens die *Avenue de la Bourdonnais* an der Stelle erreicht, wo oben der Ausgang genommen worden ist. Am *Quai d'Orsay* befinden sich gleichfalls zwei Anhaltestationen, so dass also die ganze Linie deren fünf aufweist, welche sämtlich innerhalb der eingefriedeten Ausstellungsräume liegen. Betreffs

der Richtung, die bei der vorstehenden Verfolgung der Rundbahntrace eingeschlagen wurde, sei gleich hier zur Hintanhaltung späterer Missverständnisse ausdrücklich hervorgehoben, dass die Züge regulär nur in der entgegengesetzten Richtung verkehren, nämlich vom *Quai d'Orsay* in die *Rue Fabert,* dann durch die *Avenue de la Motte* in die *Avenue de la Bourdonnais* ihren Weg nehmen. An drei Stellen der Bahn finden sich besonders erhebliche Steigungen und ebenso an drei anderen Stellen starke Gefälle vor, welche im äussersten 40 ‰ erreichen; der kleinste vorkommende Krümmungsradius ist jener von 40,00 m.

Die Gesamtlänge der Rundbahn beträgt fast genau 4000 m, wovon 1386,30 m auf Viadukte entfallen. Von den letzteren, welche drei zusammenhängende Streckenteile bilden, ist der sich von der *Avenue de la Bourdonnais* durch die *Avenue de la Motte-Picquet* zur *Rue de Fabert* erstrekkende der längste; er weist eine Länge von 813,00 m auf mit 55 Jochfeldern, die 15,00 bis 16,80 m Spannweite besitzen. Das nächste zwischen der Invalidenesplanade und dem Quai befindliche Hochbahnstück umfasst 19 Felder von 8,50 bis 16,50 m Spannweite und eine Gesamtlänge von 274,50 m; der dritte Viadukt endlich, nämlich jener, welcher vom *Quai d'Orsay* in die *Avenue de la Bourdonnais* führt, ist 298,80 m lang und besteht aus 23 Feldern von 11,5 bis 16,20 m Spannweiten. Die höchste Höhe der Schienenoberkante über das Bodenniveau beträgt 6,00 m. In den Viadukten kommen zweierlei Geleisebögen vor, nämlich solche von 40,00 m und von 60,00 m Halbmesser; eben mit Rücksicht auf diese Krümmungen einerseits, sowie in Anbetracht der verschiedenen Baulichkeiten oder sonstiger Anlagen andererseits, welche bei der Linienführung der Rundbahn durch Ausweichen zu schonen oder zu überbrücken waren, haben die Viaduktfelder so verschiedene Spannweiten erhalten müssen.

Was die aus doppelten eisernen Fachwerkträgern gebildeten Joche der Viadukte anbelangt, so haben dieselben, abgesehen von den durch die örtlichen Anforderungen gebotenen Abweichungen in der Höhe und Stellung die Form von Turmpfeilern in zweierlei Ausführungen, wovon die erstere in Fig. 18 und 19 ersichtlich gemachte für die *gerade* Bahn, die letztere (Fig. 20 bis 23) in den Krümmungen verwendet wurde. Als Fundament dient jedem Joche der geraden Bahn ein 3,65 m langer, 2,00 m breiter und 1,00 m hoher Konkretblock, aus welchem 16 durch zwei Längs- und vier Querschliessen verankerte Schraubenbolzen emporragen, an denen die vier Fussplatten des Joches mit Muttern festgeschraubt sind. Je zwei parallele, für gewöhnlich 15,00 m lange, der Kronenbreite der Stützpfeiler entsprechend 1,26 m weit voneinander abstehende Längsträger ruhen auf den Jochen. An diesen untereinander durch Andreaskreuze versteiften Längsträgern — gewöhnliche mit zweilamelliger Ober- und Untergurt ausgestattete 0,80 m hohe Blechträger — sind zu beiden Seiten Konsolträger angenietet, welche 1,22 m Ausladung besitzen, und deren Aufgabe es ist, die neben dem Profil der Fahrzeuge vorhandenen, aus Holzbalken ausgeführten Bankettsteige, sowie die aus Flacheisen und drei 6 mm starken Drähten hergestellten Geländer zu tragen; alles weitere der Gesamtanordnung und namentlich auch die Abmessungen der Konstruktionsteile lassen sich aus Fig. 18 und 19 entnehmen. Angemessen kräftiger als diese für die Gerade bestimmten Stützpfeiler sind die für Krümmungen von 60 m Halbmesser bestimmten Joche (Fig. 20 bis 22), welche in erster Linie breitere Fussplatten und eine grössere Kronenbreite besitzen. Der innere Schienenstrang des auf Querschwellen liegenden Geleises ist möglichst direkt über den einen Längsträger angebracht und, weil hierdurch der äussere, überhöhte Schienenstrang des Fahrgeleises um so weiter vom zweiten Hauptlängsträger des Viaduktes weggerückt wird, so ist unter jenem ein besonderer Hilfslängsträger eingezogen, welcher auf der Verbindungskonstruktion der beiden Hauptträger aufliegt. Infolge der Verrückung des Fahrgeleises aus der Pfeilermitte haben auch die Konsolen für die Bankette ungleiche Ausladungen. Für die Krümmungen von nur 40 m Halbmesser sind die schmalen Turmpfeiler am Fusse 2,60 m, an der Krone 1,65 m breit; die diesfällige Querschnittanordnung der Brückenbahn und ihre Abmessungen erhellen aus Fig. 23, während Fig. 24 die Verteilung der Joche, die Lage der Hauptlängsträger, die Verteilung der Bahnschwellen, sowie alle wichtigen Abmessungen ersehen lässt und wohl keiner weiteren Erläuterung mehr bedarf.

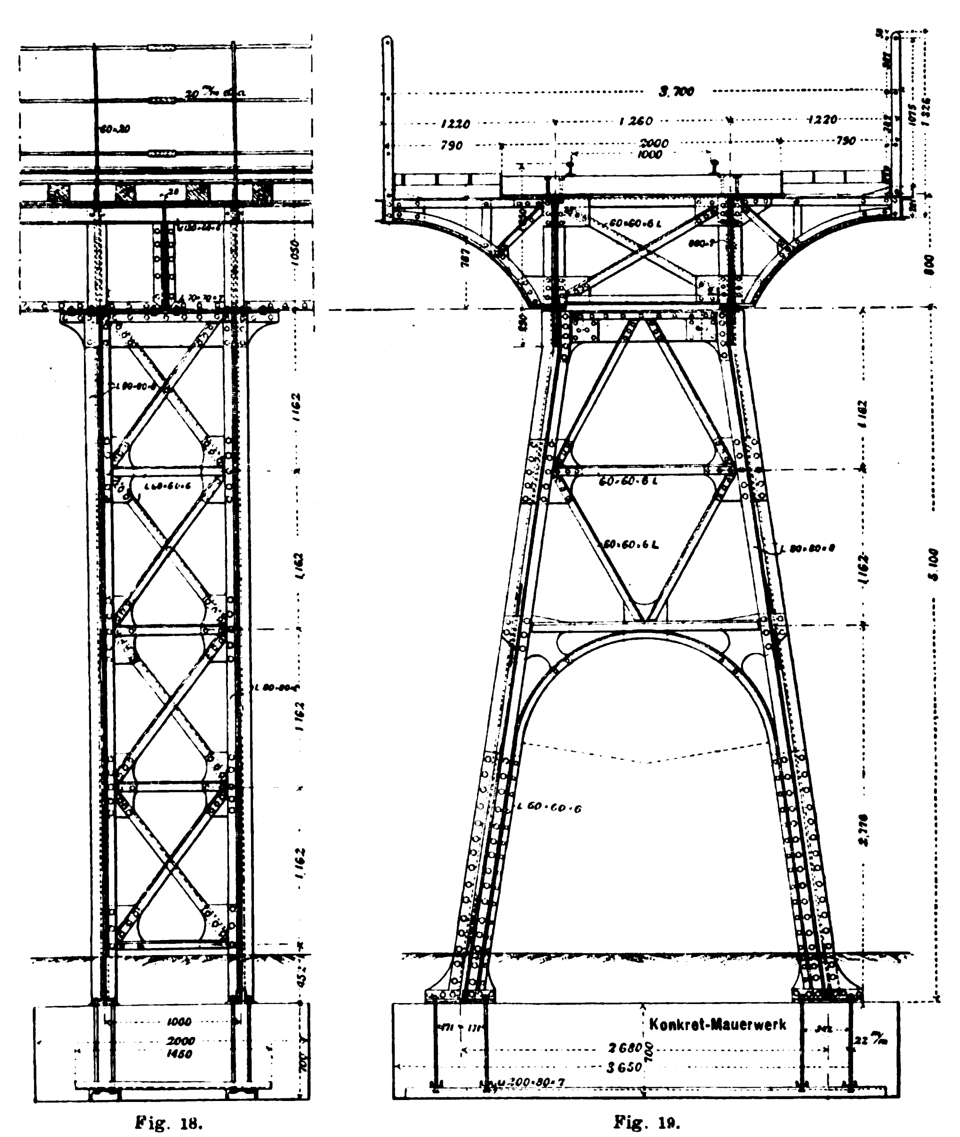


Fig. 18. Fig. 19.

Viaduktpfeiler der Rundbahn in der Geraden. Fig. 18 Seitenansicht. Fig. 19 Vorderansicht.

Gewiss nicht uninteressant ist der Umstand, dass die sämtlichen Viaduktstrecken ohne Zuhilfenahme von Werksgerüsten lediglich mit äusserst einfachen Hebezeugen und dabei doch ausserordentlich rasch ausgeführt worden sind. Es wurde zu dem Ende die Eisenkonstruktion des jeweiligen ersten Viaduktfeldes vom Fussboden aus in gewöhnlicher Weise fertig gestellt und dann auf demselben sofort provisorisch der Oberbau des Geleises verlegt, um einen von

vier Rädern getragenen Kran k_1 (Fig. 25) in Dienst stellen zu können. Ein zweites 7,50 m hohes Hebezeug k_2 wurde dagegen hinter der Fundierung des zunächst an die Reihe kommenden Pfeilers auf einem am Fussboden improvisierten Fahrgeleise aufgestellt. Mit dem Flaschenzug und der Winde w_2 des Kranes k_2 hob man den ganzen, vorher bereits fertig montierten und, wie es Fig. 25 ersehen lässt, in der Achse der Bahnlinie auf Unterlagen gebrachten Viaduktpfeiler hoch, wobei die weiter oben erwähnten Ankerbolzen gleich in die richtigen Fussplattenlöcher gelangten. Nach dem Niederlassen der Pfeilerkonstruktion auf das Konkretfundament erfolgte sodann die Befestigung des neu aufgestellten Joches durch die 16 Schraubenmuttern der Verankerung. Sobald dies geschehen war, konnte mit der Montierung der beiden Längsträger des Feldes vorgegangen werden, in der Art, wie es Fig. 26 verdeutlicht. Das durch Lenkseile seitlich von Arbeitern beeinflusste Werkstück wurde zuerst durch k_2 aufgehisst und auf den neuen Pfeiler gelegt, worauf es k_1 auf den älteren Pfeiler hob und in die richtige Lage brachte. Während nunmehr die auf diese Art an Ort und Stelle geschafften Längsträger mit den Trägern des Nachbarfeldes verlascht und vernietet, sodann untereinander durch andreaskreuzförmige Querstreben verbunden und schliesslich das ganze Feld mit dem Oberbau des Fahrgeleises ausgestattet wurde, erfolgte die Fertigmontierung des nächsten Pfeilers. Zugleich verlängerte man das Geleise des Hebezeuges k_2 so weit, als es erforderlich war, um den letzteren bis hinter das nächste Jochfundament zu verschieben, worauf nach Vollzug dieser Verschiebung und nach Beseitigung des in das neu herzustellende Feld hineinfallenden Krangeleises wieder in gleicher Weise wie früher mit dem Aufstellen des Pfeilers, dem Hochheben der Längsträger und der sonstigen Montage des Viaduktfeldes vorgegangen wurde. Die beiden Hebezeuge k_1 und k_2 besassen je eine Tragkraft von 6 t.

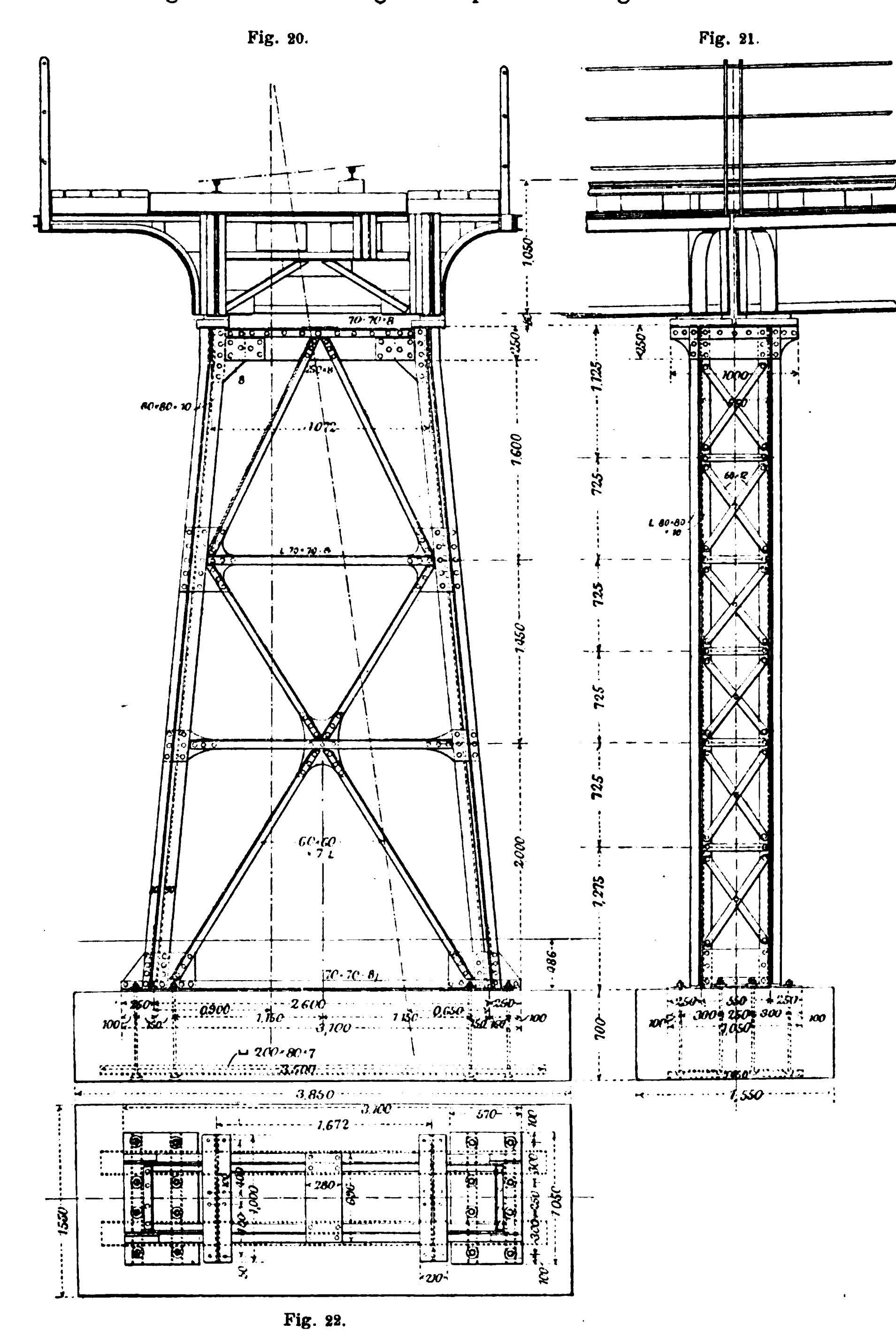


Fig. 20. Fig. 21. Fig. 22.

Viaduktpfeiler der Rundbahn im 60 m Bogen. Fig. 20 Vorderansicht. Fig. 21 Seitenansicht. Fig. 22 Draufsicht.

Das 1 m Spannweite besitzende Geleise besteht aus Vignol-Schienen von 25 kg Gewicht pro laufenden Meter, die auf 2 m langen, hölzernen Querschwellen mit Schraubennägeln (Tirefonds) befestigt und an den schwebenden Stössen durch gewöhnliche Laschen und Schraubenbolzen verbunden, zugleich aber auch zur Erhöhung und Sicherung ihrer Leitungsfähigkeit — da das Fahrgeleise als Rückleitung dient — durch eingenietete Kupferkabel überbrückt sind. In den Viadukten liegen die Bahnschwellen gleich unmittelbar auf der Eisenkonstruktion, weshalb sich daselbst die Züge durch ziemlich lebhafte Geräusche unliebsam merkbar machen. In den nicht auf Eisenkonstruktionen verlaufenden Teilen der Bahn liegen die Schwellen des Oberbaues in einem Kiesbette, das durch hölzerne Kastenwände eingegrenzt ist. An der rechten Bahnseite liegt 40,5 cm weit vom Geleise entfernt und 18 cm höher als dieses, noch ein dritter Schienenstrang, welcher als Stromzuleitung dient; derselbe besteht aus der nämlichen Schienengattung wie das Fahrgeleise, hat an den Stössen gleichfalls die gewöhnliche, hinsichtlich der Leitungsfähigkeit durch eingenietete Kupferkabel gesicherte Laschenverbindung und liegt auf einer mit Kreosot getränkten Längsschwelle, die ihrerseits auf den Querschwellen des Oberbaues durch einfache Ueberplattung befestigt ist (vgl. Fig. 32).

Für die Züge der elektrischen Rundbahn sind zweierlei Wagen vorhanden, nämlich *Motorwagen* und *Anhängewagen*, welche beiden Gattungen aus den Werkstätten der *Société Anonyme Franco-Belge* hervorgegangen sind. Die in Fig. 27 und 28 dargestellten Motorwagen besitzen von Bufferfläche zur Bufferfläche eine Länge von 12,50 m und eine Breite von 2,30 m; sie enthalten abzüglich des an dem Vorderende des Wagens befindlichen, durch eine Scheidewand abgetrennten Führerstandes 46 Sitzplätze und 36 Stehplätze und dürfen den polizeilichen Bestimmungen nach eben auch nur höchstens 82 Personen aufnehmen. Sieben bezw. acht Ein- und Ausgänge, die sich alle auf der linken Wagenseite befinden, gestatten den Fahrgästen ein ebenso leichtes als rasches Besteigen und Verlassen des Wagens, wobei dieselben in allen Stationen ihren Weg über einen nahezu im Niveau des Wagenfussbodens liegenden Bahnsteig nehmen müssen, wodurch es unmöglich gemacht wird, dass sie mit dem auf der rechten Geleisseite

liegenden stromführenden Schienenstrang irgendwie in Berührung geraten. Der Kasten des Wagens hat, ähnlich wie die auf den belgischen elektrischen Trambahnen in Gebrauch stehenden Sommerwagen, durchwegs offene Wände

Fig. 23.
Pfeilerkrönung für Bogen von 40 m (Ansicht).

mit Ausnahme der vorderen Stirnwand, die durch grosse Spiegelglastafeln abgeschlossen ist, doch können die einzelnen Abteilungen durch Vorhänge aus Stoff gegen Wind und Sonne geschützt werden. In Berücksichtigung der scharfen Krümmungen, welche die Bahnlinie aufweist, ist an den Stirnwänden der Wagen nur ein einziger breiter Buffer vorhanden, der genau in der Mitte des Brustbaumes sitzt, und neben dem symmetrisch zwei Wagenkuppelungsvorrichtungen angebracht sind. Der aus Stahlblechträgern ausgeführte, 11,50 m lange Fussrahmen des Wagenkastens ruht auf zwei vierräderigen, 7,60 m voneinander abstehenden Drehgestellen, deren Radstand nur 1,50 m beträgt. Sämtliche vier Wagenachsen sind Triebachsen und durch je einen eigenen, 30pferdigen *Westinghouse*'schen Elektromotor mit einer Geschwindigkeitsreduktion von 62 : 20 angetrieben. Die an den Motorwagen vorhandene Pressluftbremse ist von der bekannten *Soulerin*'schen Anordnung; der betreffende Regulierhahn befindet sich selbstverständlich unmittelbar neben dem Kontroller zu Handen des Wagenführers. Für den eigentlichen Betrieb dieser Bremse befindet sich die erforderliche Bremsluft in *C* (Fig. 28); der in die Doppelrohrleitung *H* eingefügte Bremshahn gestattet dem Wagenführer, den einen oder anderen dieser Leitungszweige mit der atmosphärischen Luft oder mit dem Pressluftcylinder *C* in Verbindung zu bringen, d. h. das auf die Räder wirkende Bremsbackensystem anzuziehen oder zu lüften, und ein selbstthätig wirkender Verteiler *E* besorgt es, nach jeder Gebrauchnahme der Bremse den in *C* bezw. im Bremsröhrennetze eingetretenen Verlust an Druck durch Pressluft aus dem Vorratsbehälter *D* wieder zu ersetzen; letzteres aber wird in gewissen Zeitabständen in der Depotstation am Marsfeld durch einen elektrisch angetriebenen Kompressor immer wieder überschüssig mit dem erforderlichen Pressluftvorrat nachgefüllt. Neben dieser pneumatischen Bremse ist auch noch eine gewöhnliche, mit der Hand zu bethätigende Spindelbremse vorhanden.

Fig. 24.

Fig. 25.

Fig. 26.

Fig. 24. Viaduktanlage im 40 m Bogen (Draufsicht). Fig. 25. Montage der Rundbahnpfeiler. Fig. 26. Montage der Viaduktfelder.



Was das äussere Ansehen und die innere Sitzausstattung anbelangt, stimmen hierin die in Fig. 29 und 30 ersichtlich gemachten Beiwagen mit den Motorwagen ziemlich überein, doch sind sie wesentlich kleiner, denn ihre Länge von Buffer zu Bufferfläche beträgt nur 9,30 m und die Länge des Kastenrahmens 8,40 m; ihr Fassungsraum beläuft sich deshalb bloss auf 32 Sitz- und 30 Stehplätze. Die Beiwagen laufen auf zwei Achsen mit einem Radstande von 4,50 m; sie haben keine Luftdruckbremse, sondern lediglich eine gewöhnliche Handbremse.

Für den elektrischen Betrieb der Rundbahn und der Stufenbahn hat man in der einspringenden Ecke, wo die *Avenue de la Bourdonnais* an den *Quai d'Orsay* stösst, eine eigene Kraftstation oder vielmehr „*Unterstation*" errichtet, welche gleich allen übrigen derartigen Anlagen der Ausstellung dem Publikum frei zugängig ist. Erzeugt wird die erforderliche Energie von dem der *französischen Westbahn* gehörenden Elektrizitätswerk in *Moulineaux*, welches an die eben genannte Unterstation Dreiphasenstrom von 5000 Volt Spannung und 25 Perioden liefert. Dieser Strom wird behufs Verwertung für die Traktions- und Beleuchtungszwecke in der Unterstation entsprechend umgewandelt, zu welchem Ende daselbst für die Stufenbahn wie für die Rundbahn je ein rotierender Transformator, nämlich ein Synchronmotor von 850 PS mit 300 Umdrehungen aufgestellt ist, der einen Generator antreibt, welcher 600 Kilo-Watt Betriebsstrom, d. i. Gleichstrom von 550 Volt liefert. Ausserdem steht je ein stabiler Transformator von 170 Kilo-Watt im Dienste, welcher den Dreiphasenstrom von 5000 Volt auf einen solchen von 380 Volt abspannt, den dann ein zweiter rotierender Konverter in Gleichstrom von 550 Volt umsetzt. Alle diese von den Pariser Werken der *Westinghouse-Gesellschaft* gelieferten Maschinen sind nebst einigen weiteren zugehörigen Hilfsvorrichtungen, wie selbstthätige Hochstromausschalter, Entlader u. s. w., doppelt vorhanden, damit im Falle eines eintretenden Gebrechens sofort Ersatz zur Verfügung steht. Von der Unterstation wird der Zugförderungsstrom mittels mehrerer Feeders zur „*dritten Schiene*" der Rundbahn geführt, von der ihn die Motorwagen mit Hilfe des in Fig. 31 und 32 dargestellten Gleitschuhes abnehmen. Die Kontaktplatte dieses Gleitschuhes besteht aus einer 15 cm breiten, 26 cm langen Rotgussplatte, welche mittels Schraubenbolzen m_1 und m_2 auf den in Schlitzen verschiebbaren zwei Gelenkstangen a_1 und a_2 drehbar angebracht ist; a_1 und a_2 werden durch die Backenstücke i_1 und i_2, welche ihrerseits an das hölzerne Querstück $q_1\,q_2$ angeschraubt sind, durch Vermittelung der Bolzen n_1 und n_2 gehalten. Der eigentliche Hauptträger des ganzen Kontaktschuhes, nämlich das eben genannte hölzerne Querstück $q_1\,q_2$, hängt mittels je einer Bolzenschraube an den Achsenlagerdeckeln l_1 und l_2 der beiden rechtsseitigen Räder jedes Drehgestelles der Motorwagen fest, zu welchem Zwecke an diesen Lagerdeckeln, wie es Fig. 32 ersehen lässt, ein eigener konsoleartiger Vorsprung angegossen ist. An der Kontaktplatte sitzt auch noch die Führungsstange c, auf welche von oben

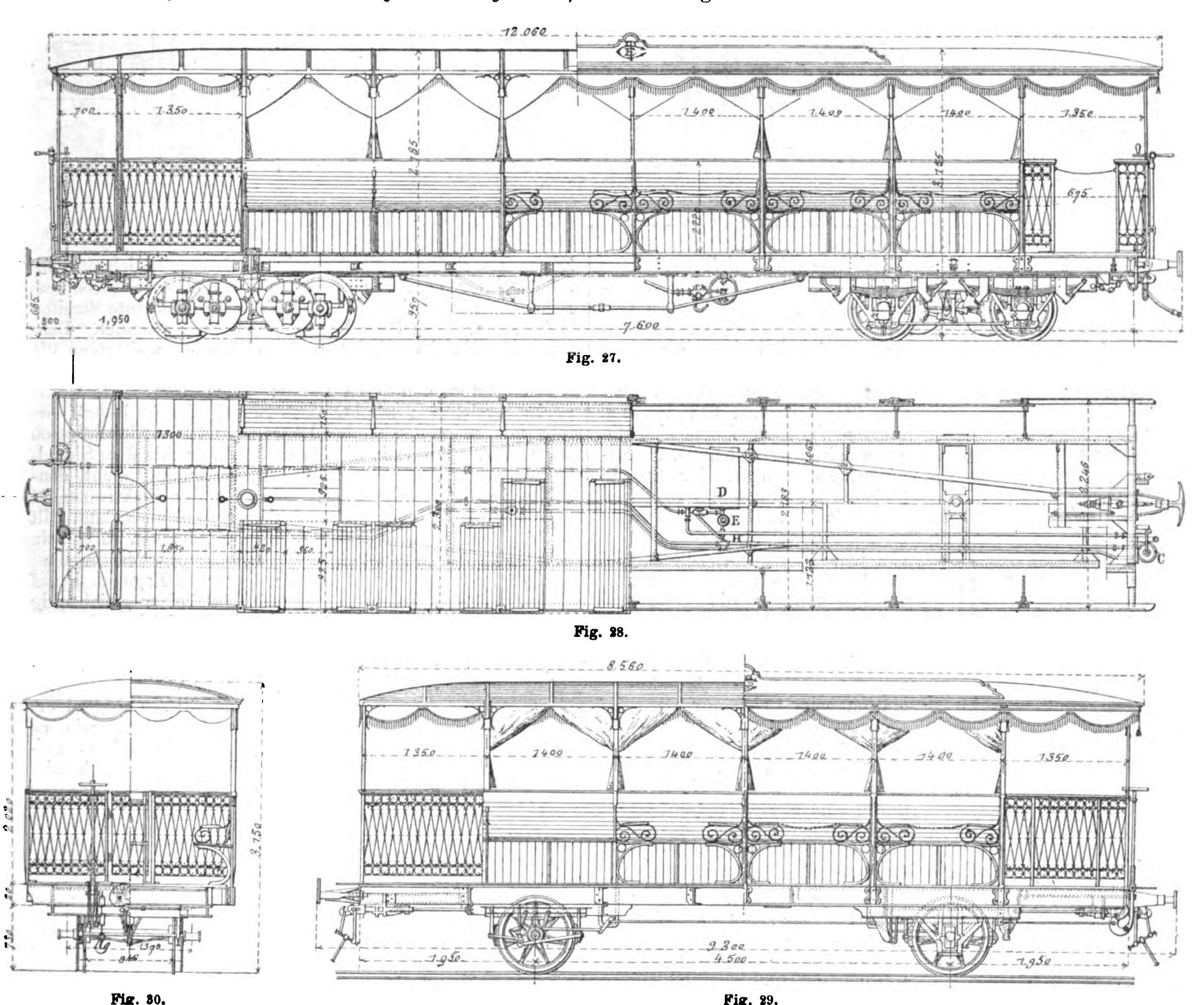


Fig. 27.

Fig. 28.

Fig. 30.

Fig. 29.

Fig. 27. Motorwagen der Rundbahn (Seitenansicht). Fig. 28 (Draufsicht). Fig. 29. Anhängewagen der Rundbahn (Seitenansicht). Fig. 30 (Vorderansicht).

Federn einwirken, die sie im Verein mit dem Eigengewicht stetig leicht nach abwärts drücken. Es bleibt schliesslich hierzu noch anzuführen, dass alle Motorwagen der Rundbahn auch noch mit einem am Dache angebrachten Stromabnehmer (Trolley) versehen sind, der allerdings für gewöhnlich niedergeklappt ist, jedoch stets hochgestellt wird und zur Thätigkeit gelangt, wenn ein Wagen auf die Depotgeleise fährt oder dort Verschiebungen vornimmt, weil man hier aus verschiedenen Gründen, namentlich aber aus

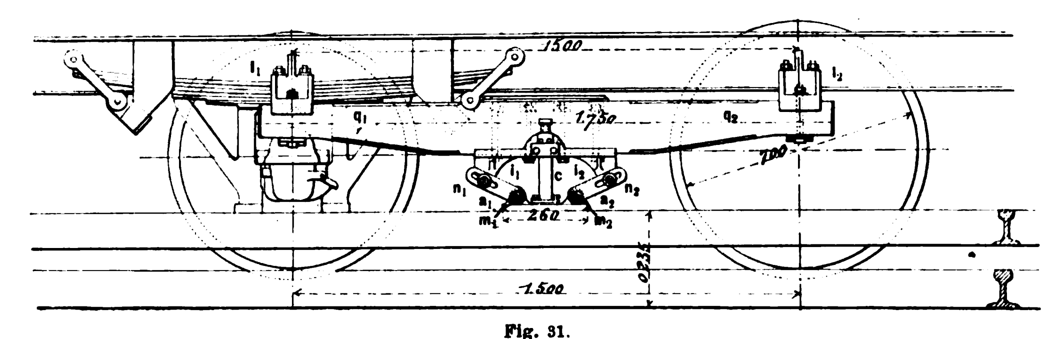


Fig. 31. Fig. 32.

Fig. 31. Stromabnehmer am Motorwagen (Seitenansicht). Fig. 32 (Vorderansicht).

Sicherheitsrücksichten von der Anlage der *dritten Schiene* abgegangen war und dafür hochliegende Stromzuführungsleitungen aus Kupferdraht hergestellt hat.

Im regulären Verkehr der Rundbahn bestehen die Züge aus je einem Motorwagen und zwei Anhängewagen und es kann sonach jeder einzelne Zug, vollbesetzt, 206 Personen befördern. Das Gewicht des leeren Zuges beläuft sich auf 18 t. In den Stunden des regsten Verkehrs folgen sich die Züge in Zeitabständen von 1½ Minuten, so dass in der Stunde 40 Züge die Rundbahn passieren und mit denselben — einen einmaligen Passagierwechsel für jede Fahrt vorausgesetzt — 1600 Personen befördert werden können; die grösste statthafte mittlere Geschwindigkeit beträgt 17 Std./km. Sämtliche Anhaltestellen, sowie die zunächst der Anhaltestation beim Palais für Bergbau und Hüttenkunde liegende Depotstation im Marsfelde und die elektrische Unterstation am *Quai d'Orsay* sind miteinander durch eine eigene Fernsprecheinrichtung in Verbindung gebracht; der Zugverkehr selbst ist aber durch eine selbstthätige, elektrische Blocksignaleinrichtung gesichert, die sozusagen als das Interessanteste an der ganzen Rundbahn bezeichnet werden darf und eine nähere Beachtung verdient.

3,65 m

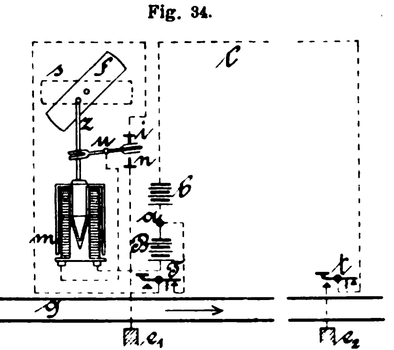
1/500 d. nat. Grösse

Fig. 33.

Vorder- und Seitenansicht der Scheibensignale der Rundbahn.

Es handelt sich um eine ebenso einfache als zweckmässige Verwendung des *Timis*schen Elektromagnetes (vgl. *D. p. J.* 1889 **274** 320) nach einer von *Timis* und *Lavezzari* erdachten Anordnung. Der *Timis*'sche Elektromagnet, der eine Kombination eines Röhrenelektromagnetes mit einem Solenoide bildet und sehr kräftig wirkt, hat bei der in Betracht kommenden Einrichtung die sichtbaren Signale, deren äussere Form Fig. 33 in Vorder- und Seitenansicht darstellt, direkt zu steuern, wofür er eine Tragkraft[1]) von 7,5 kg und einen Ankergang von 50 mm besitzt. Die Signalzeichen werden durch den mit rotem, durchscheinend gemachten Seidenstoffe überspannten Aluminiumrahmen dargestellt, der sich in seinem Mittelpunkte auf einer Achse um 45° drehen kann, und entweder die *Halt* bedeutende wagerechte Lage einnimmt, wie es Fig. 33 zeigt, oder wie in Fig. 34 und 35 die schräge Lage, was dem Begriffe *„Freie Fahrt“* entspricht. Der rote Querbalken befindet sich in einer Blechtrommel, welche an ihrer vorderen, den Zügen zugekehrten Fläche mit einer gewöhnlichen Glastafel, hinter dem Balken jedoch mit einer Scheibe aus Milchglas abgeschlossen ist, so dass sich der rote Streifen auf dem weissen Grunde sehr deutlich abzeichnet. Dasselbe Signalbild erscheint auch bei Nacht, weil dann die Trommel von rückwärts durch eine Lampe erleuchtet wird, welch letztere den roten Balken im weissen Felde transparent ersichtlich macht. Das Signal *„Freie Fahrt“* erfolgt nur, wenn der Timis-Elektromagnet stromdurchflossen ist, weil sein Anker in diesem Falle, da er mit dem Signalbalken durch eine Gelenkstange in Verbindung steht, denselben in die schräge Lage zieht; ist der Elektromagnet dagegen stromlos, dann fällt der Signalbalken durch sein eigenes Gewicht in die wagerechte Lage, d. i. auf *Halt*, wobei er gleichzeitig durch Vermittelung der vorerwähnten Zugstange auf den Anker wie eine Abreissfeder wirkt.

Fig. 34.



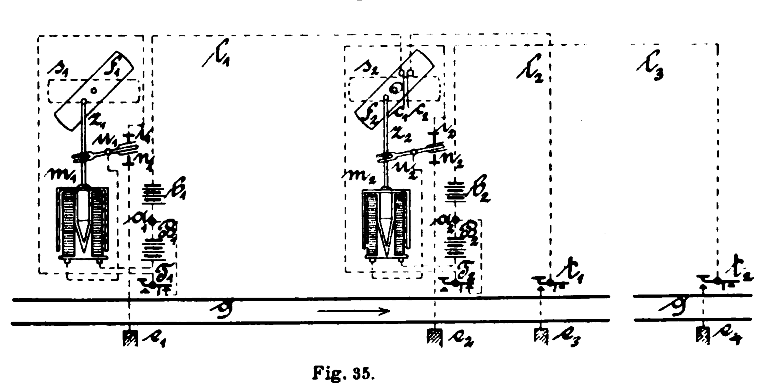


Fig. 35.

Fig. 34. Blocksignalschema für eine Signalscheibe.
Fig. 35. Blocksignalschema für zwei Signalscheiben.

Zu dieser Signalvorrichtung gehört, wie es Fig. 34 schematisch versinnlicht, nebst dem Timis-Elektromagneten *m*, dessen Anker mittels der Zugstange *z* auf den Signalbalken *f* und zugleich auf einen Umschalter *u* einwirkt, noch eine aus

[1]) Wie die *Compte rendu des Travaux de la Société des Ingenieurs civils* vom April 1900, S. 442, berichten, sind für in England eingerichtete Eisenbahnsignale nachstehende Leitungstypen von Timis-Elektromagneten bisher in Verwendung gekommen:

Kraft in kg	45,4	12,7	31,8	93,0	64,9	4,5	99,8	110,7	172,4
Ankergang	9,5	31,8	38,1	63,5	69,9	74,2	101,6	101,6	101,6

Die übereinander stehenden Ziffern gehören zusammen; die höchste Leistung beträgt also 172,4 kg Zugkraft bei 101,6 mm Ankerweg.



zwei Gruppen bestehende galvanische Batterie B und b, ferner ein Unterbrechungstaster T (Blockiertaster) und ein Stromschliesser t (Deblockiertaster), sowie endlich die verbindenden Leitungen und darunter namentlich die Fernleitung l. Es ist die Aufgabe des Signals s, so lange *Halt* zu zeigen, als ein Zug sich in dem Streckenteil zwischen s und dem Entblockungstaster t befindet, dessen Entfernung natürlich ganz den örtlichen Bedürfnissen angepasst wird. Für gewöhnlich zeigt s, wie es in Fig. 34 dargestellt erscheint, *Freie Fahrt*; während dieser Signallage sind die

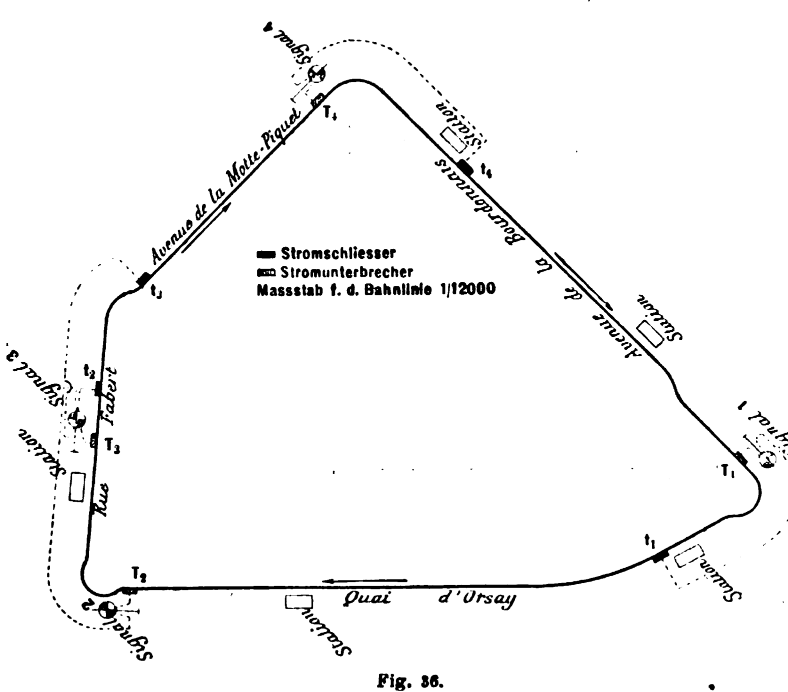


Fig. 36.
Verteilung der Blocksignaleinrichtung auf der Rundbahn.

Spulen von m durch den über u, i, T und a laufenden Strom der Batterie B durchflossen, weshalb der angezogene Anker den Signalbalken f in der schrägen Lage festhält und zugleich den Kontakt bei i geschlossen hält. Fährt ein Zug in die Teilstrecke s bis t ein, so macht derselbe beim Ueberfahren von T diesen Stromunterbrecher thätig, wodurch der bisher über w bestandene Strom aufhört, was es mit sich bringt, dass der Anker abreisst, f sich also in die wagerechte Lage begibt, während gleichzeitig im Umschalter u der Kontakt bei n hergestellt und dagegen jener bei i unterbrochen wird. Die Strecke s bis k ist nunmehr bei s durch das Haltsignal blockiert, und zwar so lange, bis sie der Zug ganz durchfahren hat, und bei der Ausfahrt den Stromschliesser t thätig macht, wodurch ein kräftiger Strom von e_2 über $t\,l\,b\,B_1\,m\,u\,n\,e_1$ in Schluss gelangt, der die Rückstellung des Signals in die Lage für *Freie Fahrt* bewirkt, wobei in u der Kontakt i wieder hergestellt und dagegen der Kontakt n gelöst wird, so dass für die Sicherung der dauernden Freilage bloss die Batterie b_1 in Verwendung bleibt, was vollständig zulässig erscheint und sich auch wirtschaftlich als sehr vorteilhaft erweist. Nebenbei bemerkt, haben die beiden Zungenfedern des Umschalters u einen so grossen Gang, dass beim Signalumstellen immer schon der neue Kontakt n oder i geschlossen ist, bevor der bei i bezw. n bestandene Kontakt unterbrochen wird.

Auf der elektrischen Rundbahn der Ausstellung ist ferner eine der Stationen durch zwei oben geschilderte Signale gesichert, die nach der in Fig. 35 ersichtlich gemachten Anordnung voneinander in Abhängigkeit gebracht sind, wenngleich jedes einzelne für sich bezüglich des zugehörigen Blockierungs- und Deblockierungstasters genau so geschaltet ist, wie es Fig. 34 zeigt. Ein Zug kann in die beim Signal s_1 beginnende Bahnstrecke nur einfahren, wenn f_1 auf *Freie Fahrt* steht, d. i. also, wenn sich die Batterie B_1 über die Windungen des Timis-Elektromagnetes m_1 im Schlusse befindet. Bei der Vorbeifahrt unterbricht der Zug den Taster T_1 und es erfolgt hierdurch die Umstellung des Signals s_1 von *Freie Fahrt* auf *Halt* genau so, wie sie oben für das Signal s (Fig. 34) in Betracht genommen wurde. Kommt der Zug zum Signal s_2 (Fig. 35), so fährt er, wenn er die Fahrt erlaubt findet, weiter und stellt s_2 durch Thätigmachung des Blockiertasters T_2 ebenso auf *Halt*, wie vorhin das Signal s_1, so dass er nunmehr durch zwei Signale gedeckt ist, und also beim Ueberfahren des Tasters t_1 die gesperrte Strecke s_1 bis s_2 wieder deblockieren kann. Auch dieser Vorgang vollzieht sich wieder ganz so, wie bei der früher betrachteten Anwendung des Tasters t (Fig. 34), nur dass im vorliegenden Falle der Strom, welcher s_1 (Fig. 35) auf *Freie Fahrt* zurückstellt, von $b_1\,B_1$ über $m_1\,u_1\,n_1\,e_1\,e_3\,t_1\,l_2\,c_2\,c_1\,l_1$ geschlossen wird. Derselbe muss, wie man sieht, einen am Signal s_2 angebrachten Stromschliesser $c_1\,c_2$ passieren, der jedoch nur dann geschlossen ist, wenn der Arm f_2 wagerecht liegt, weil in diesem Falle ein auf der Drehachse von f_2 sitzender Exzenter die beiden Federn c_1 und c_2 miteinander in Berührung bringt und in dieser Lage festhält. Die Freigebung der Strecke s_1 bis s_2 für einen Folgezug kann also nur erfolgen, wenn der vorausgehende Zug sich in der zweitnächsten Strecke bereits durch die korrekt erfolgte Umstellung des Signals s_2 auf *Halt* gehörig gesichert hat. Wie aus Fig. 36 hervorgeht, sind auf der Rundbahn von den vorhandenen fünf Stationen zwei mit einfachem Signal nach Fig. 34 und eine Station mit zwei Signalen nach Fig. 35 ausgestattet. Bei Anbringung und Verteilung der Signale sind im wesentlichen nur die Krümmungen der Linie, d. i. das für die Wagenführer bestehende Aussichtsverhältnis massgebend gewesen.

Es erübrigt nur noch, über die Nebeneinrichtungen der Signalanlage nachzutragen, dass die Unterbrecher T (Fig. 34 und 35), das sind die *Blockiertaster*, ganz gewöhnliche, neben der Bahn an einem Ständer befestigte Kurbelumschalter sind, deren gekröpfter Kurbelarm vermöge

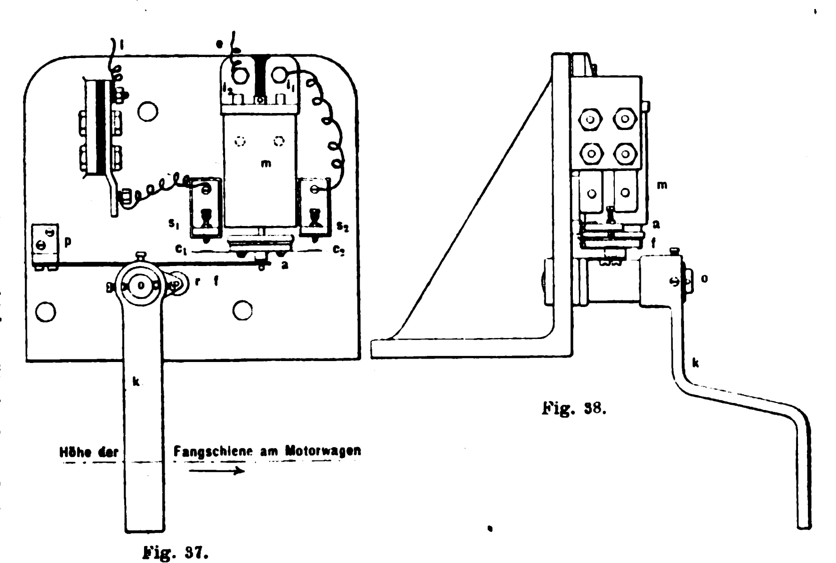


Fig. 37. Fig. 38.

Fig. 37. Entblockungstaster (Vorderansicht). Fig. 38 (Seitenansicht).

seines Eigengewichtes und einer Plattfeder, die sich tangential gegen eine abgeflachte Stelle der Kurbelachse lehnt, regulär senkrecht nach abwärts hängt. An jedem Motorwagen ist dagegen an einem der Drehgestelle an der linken Längsseite mittels Konsolen eine Schiene aus Winkelblech an den beiden Lagerdeckeln der Räder — beiläufig in der Art, wie das Stück $q_1\,q_2$ (Fig. 31) — festgeschraubt; diese Schiene, welche so weit vom Wagen vorsteht, dass sie in das Profil der niederhängenden Tasterkurbeln hineinreicht, liegt wagerecht und hat nur vorn eine pflugartige Zuschärfung, vermöge welcher sie, wenn der Wagen an einem

Taster vorüberkommt, die Umschalterkurbel unterfängt und aufwärts dreht. Diese Veränderung in der Kurbellage bewirkt die Unterbrechung des Tasterkontaktes und hält natürlich so lange an, als die obgedachte Schiene Zeit braucht, den Taster zu passieren. Auch die Stromschliesser t (Fig. 34 und 35), die *Deblockiertaster*, stimmen, was das Aeussere, dann die Art der Anbringung und der Bethätigung anbelangt, mit den T-Tastern völlig überein, allein sie sind nicht bloss einfache Kurbelumschalter, sondern dergestalt angeordnet, dass sie nach der Thätigmachung durch den Zug den Stromschluss genau so lange aufrecht halten, als es zur sicheren Rückstellung des betreffenden Signals von *Halt* auf *Freie Fahrt* erforderlich ist, gleichgültig ob der Zug rasch oder langsam vorüberfährt, d. h. ob er die Kurbel des t-Tasters kürzer oder länger hochhebt. Die bezügliche, ebenso einfache als sinnreiche Anordnung der Deblockiertaster t erhellt aus den Fig. 37 und 38, welche den in Rede stehenden Apparat — ohne der sonst zum Schutze gegen Nässe und Staub übergestülpten Blechhaube — in der Vorder- und Seitenansicht darstellen. Nebst den Zuleitungen und Kontakten ist noch ein Röhrenelektromagnet m vorhanden, dessen Anker a an der langen, beim Backen p festgeklemmten Abreissfeder f festsitzt. An a sind die beiden Kontaktfedern c_1 und c_2 angebracht, welche, wenn a von m angezogen wird, mit den regulierbaren Kontaktschrauben s_1 bezw. s_2 in Berührung gelangen und dann von s_1 zu s_2 eine Strombrücke bilden. Ist dieser Stromweg hergestellt, dann findet der von der Signalbatterie kommende Strom über die Fernleitung l, dann über $s_1\, c_1\, c_2\, s_2$, die Spulen des Elektromagnetes m zur Rückleitung bezw. zur Erde e seine Bahn geschlossen; die mehrfach besprochene Signalumstellung ist hierdurch eingeleitet. Den Anstoss hierzu gibt der Zug, indem derselbe mit der Fangschiene beim Passieren des Tasters dessen Kurbel k nach rechts schiebt, wobei das an k seitlich angebrachte Röllchen r gegen f drückt und a in die Höhe schiebt; sobald dies geschehen ist, hat m selber Strom bekommen und lässt a nicht mehr zurückgehen. Es bleibt sonach die Strombrücke s_1 bis s_2 intakt, mag immerhin die Fangschiene des Zuges bereits an dem Taster vorbei sein; sie hört überhaupt erst auf, wenn sich die Signalumstellung richtig vollzogen hat, und der Umschalterkontakt n (Fig. 34 und 35) wieder unterbrochen worden ist, denn eben erst dann lässt der Elektromagnet m (Fig. 37) seinen Anker a wieder los, worauf dieser mit der Feder f wieder in die dargestellte Ruhelage zurückfällt. (Fortsetzung folgt.)

Die unmittelbare Bestimmung des „mittleren indizierten Druckes“ der Dampfmaschinen.

Wohl ein jeder, der sich der langwierigen und mühevollen Arbeit unterziehen musste, bei einem grösseren Leistungsversuche an einer unserer Wärmekraftmaschinen mit Hilfe des Indikators, Planimeters u. s. w. den „mittleren indizierten Druck“ zu bestimmen, hat schon den Wunsch empfunden, ein Instrument zu besitzen, mit dessen Hilfe man den fraglichen Wert direkt, etwa durch einfache Ablesung auf einer Skala, erhalten könne. Aber die hiermit gestellte Aufgabe ist eine überaus schwierige und bis heute noch ungelöste, wenn auch genug Vorschläge und Versuche schon gemacht sind, von denen wohl der eine oder andere schliesslich zum Erfolg führen kann. Ueber einige derselben soll im folgenden berichtet werden [1]), ohne dass wir beanspruchen können, damit eine vollständige Darstellung der betreffenden Bestrebungen zu geben.

Zunächst möge ein Instrument erwähnt sein, von dem sein Konstrukteur meint, dass gegen seine Herstellung nur die bedeutenden Kosten sprechen würden. Wir glauben jedoch nicht, dass sein Apparat, wenn er jemals ausgeführt würde, wirklich brauchbare Werte liefern könnte. Der ganze Mechanismus erscheint dazu viel zu kompliziert und die Möglichkeit, ihn hinreichend frei von Eigenreibung herzustellen, so gut wie ausgeschlossen. Immerhin enthält er Gedanken, die eine Beschreibung seiner Wirkungsweise wohl zu rechtfertigen vermögen. Wir haben zu unterscheiden zwischen einem messenden, unteren, und einem anzeigenden, oberen Teile des Instrumentes (Fig. 1). Gemessen soll werden 1. der indizierte Druck, 2. die Kolbengeschwindigkeit. Zu ersterem Zwecke führen von den beiden Enden des Cylinders Röhren nach einer kleinen Kammer, in der ein Schieber durch den in seiner Richtung wechselnden Dampfdruck bald nach rechts, bald nach links getrieben wird. Dadurch steuert er den Dampf so, dass der treibende Druck stets gegen die untere Seite eines Kolbens, der Gegendruck stets gegen die obere Seite dieses Kolbens tritt, den eine geaichte Feder nach abwärts zu drücken versucht. Um die Schwankungen dieses Kolbens bei den stark wechselnden Drücken zu verringern, trägt seine verlängerte Kolbenstange einen zweiten Kolben, der in einem ölgefüllten Cylinder hin und her zu gleiten vermag. Durch ein Rohr stehen die beiden Seiten dieses Cylinders miteinander in Verbindung und durch einen in dieses eingeschalteten Hahn ist es möglich, die Stärke der Bewegungsdämpfung einzustellen, so dass der Kolben bei periodisch wechselnden Drücken in beliebig kleinem Ausschlage um eine mittlere Stellung pendelt. Diese mittlere Kolbenstellung soll ein Mass für den „mittleren indizierten Druck“ bieten.

Der Apparat zum Messen der Kolbengeschwindigkeit besteht aus drei zum Teil mit Quecksilber, zum Teil mit Luft gefüllten Röhren, die oben und unten so miteinander verbunden sind, dass Quecksilber und Luft ungehindert von der einen in die andere übertreten können. Das Ganze wird durch Schnurscheibe und Schnurlauf von der Maschine aus in Umdrehung versetzt, wobei sich in der mittleren Röhre ein der augenblicklichen Geschwindigkeit entsprechender Quecksilberspiegel einstellt, dessen Höhe nach aussen hin mit Hilfe eines Schwimmers und einer an demselben befestigten Stange kenntlich gemacht wird. Diese Stange und die oben erwähnte Kolbenstange bilden nun die Verbindung mit dem anzeigenden Teile des Instrumentes. Sie sind mit Hilfe von Kuppelungen derartig mit zwei Doppelzahnstangen verbunden, dass sie selbst sich um ihre Längsachse drehen können, ohne jedoch die Zahnstangen mitzudrehen, wodurch die Eigenreibung des Apparates allerdings stark, aber doch wohl kaum genügend vermindert wird.

Die äusseren Zahnreihen der beiden Stangen greifen in Zahnräder, deren Achsen fest gelagert sind, und verstellen dadurch Zeiger vor zwei Zifferblättern, wodurch ein direktes Ablesen einerseits des mittleren Druckes, andererseits der mittleren Kolbengeschwindigkeit bei richtiger Aichung der Skalen ermöglicht werden soll. Die inneren Zahnreihen der Stangen greifen in die Zähne eines mittleren Rades, dessen Achse in vertikaler Richtung beweglich ist und einen Zeiger trägt, der vor einem dritten, in der Mitte liegenden Zifferblatte sich bewegt. Durch eine besondere Einrichtung ist es erreicht, dass dieses dritte Zifferblatt sich wohl mit hebt und senkt, aber an der Drehung nicht teilnimmt. Nun ist ja aber die Bewegung des dritten Zeigers eine Zusammensetzung derjenigen der beiden anderen Zeiger in einer ganz bestimmten, genau zu berechnenden Weise; die Stellung des dritten Zeigers ist daher ein Mass für die entwickelten Pferdestärken, deren Anzahl bei richtiger Aichung der dritten beweglichen Skala direkt an dieser abgelesen werden kann. Die ausserdem in der Figur noch angegebenen Papiertrommeln dienen zur fortdauernden Aufzeichnung der erhaltenen Werte.

[1]) Nach *The Engineer*, 15. Dezember 1899.

Das mittlere Zahnrad nebst Zifferblatt, Zeiger u. s. w. ist durch ein Gegengewicht ausbalanziert.

Ein zweites Instrument zur direkten Bestimmung des „mittleren indizierten Druckes“ wird durch die Fig. 2 und 3 erläutert. Je zwei Düsen *B D* und *C E* sind mit den entgegengesetzten Enden des Arbeitscylinders verbunden und durch eine einfache Vorrichtung, die von der Maschine aus bethätigt wird, werden immer nur zwei einander gegenüberliegende Düsen, also *B* und *C* oder *D* und *E* geöffnet. Der aus ihnen ausströmende Dampf tritt gegen ein mit Schaufeln versehenes Rad *A*, das dadurch in Umdrehung versetzt wird, und zwar sucht es der treibende Druck auf der einen Seite des Kolbens in der einen Richtung, der Rückdruck auf der anderen Seite des Kolbens in der entgegengesetzten Richtung zu drehen, so dass seine Bewegung thatsächlich durch die Differenz der beiden, also den wirksamen Arbeitsdruck hervorgerufen wird. Beim Rückgange des Kolbens werden die beiden anderen Düsen eingeschaltet und ein Blick auf Fig. 2 belehrt uns, dass dabei die Umdrehungsrichtung des Schaufelrades dieselbe bleibt. Nun ist auf der in Kugellagern laufenden Welle dieses Schaufelrades (Fig. 3) ein kleiner Ventilator befestigt und daher gezwungen, die Drehung mitzumachen. Der durch ihn hervorgerufene Luftzug tritt gegen ein Windrad und sucht dieses ebenfalls in Umdrehung zu versetzen. Dem leistet jedoch eine Spiralfeder, die der Unruhe in einer Uhr ähnlich gestaltet ist, Widerstand, so dass nur eine teilweise Drehung des Windrades und eine Torsion der Feder hervorgerufen wird. Diese Drehung wird durch einen Zeiger, der vor einem Zifferblatte angebracht ist, kenntlich gemacht; und offenbar wird der Ausschlag um so grösser sein, je stärker der durch den Ventilator erzeugte Luftstrom ist. Dessen Stärke hängt aber von der Umdrehungszahl des Schaufelrades und diese wiederum in der geschilderten Weise von dem wirksamen Druck im Arbeitscylinder ab, so dass aus der Stellung des Zeigers wohl auf die Grösse des „mittleren indizierten Druckes“ geschlossen werden kann. Der in diesem Instrumente verwirklichte Gedanke ist zweifellos sehr sinnreich; ob sich dasselbe jedoch in der Praxis bewähren wird, ist eine andere Frage, die wohl am besten durch genaue Versuche entschieden werden kann. Auch der Verfasser des angezogenen Artikels in *The Engineer* drückt sich in diesem Punkte sehr vorsichtig aus, wenn er sagt, dass er selbst zwar keine Erfahrungen mit dem Instrument gesammelt, aber „gehört habe, dass es zufriedenstellend arbeite“.

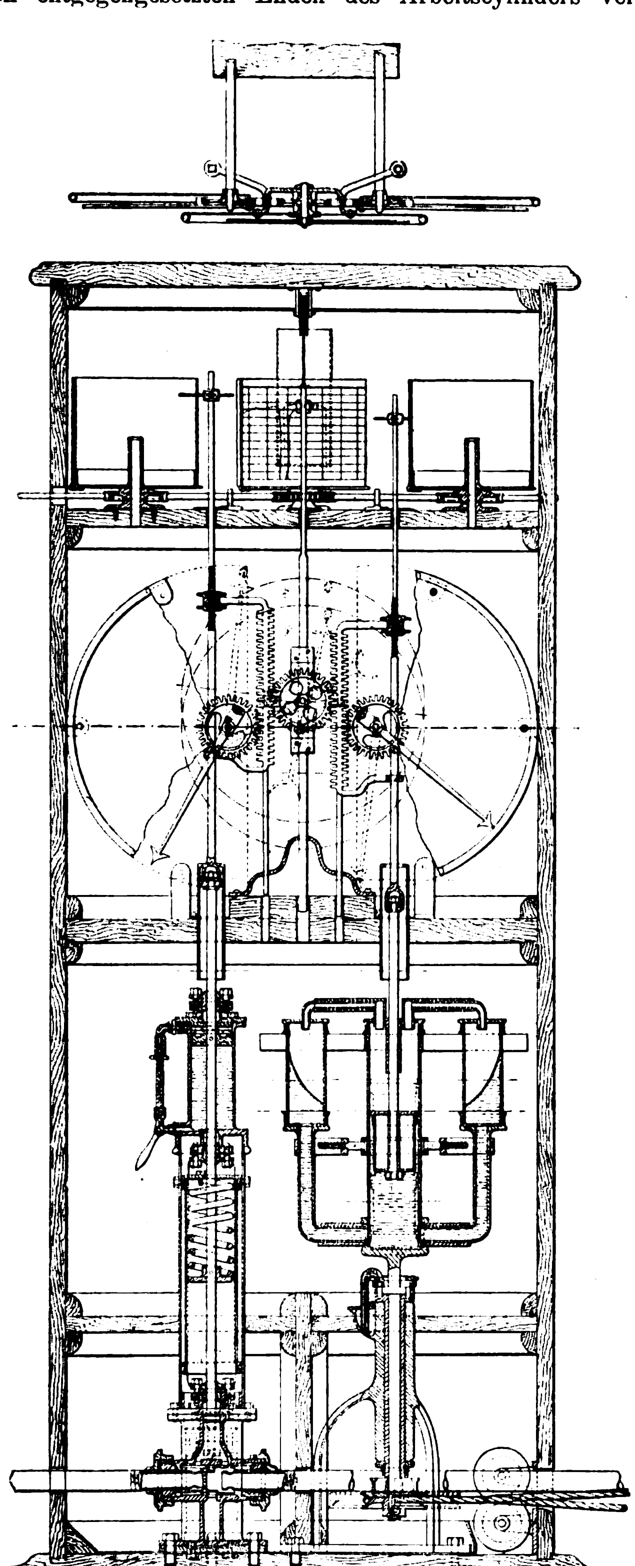


Fig. 1.
Apparat zur Bestimmung der „mittleren Leistung“ einer Dampfmaschine nach Terry.

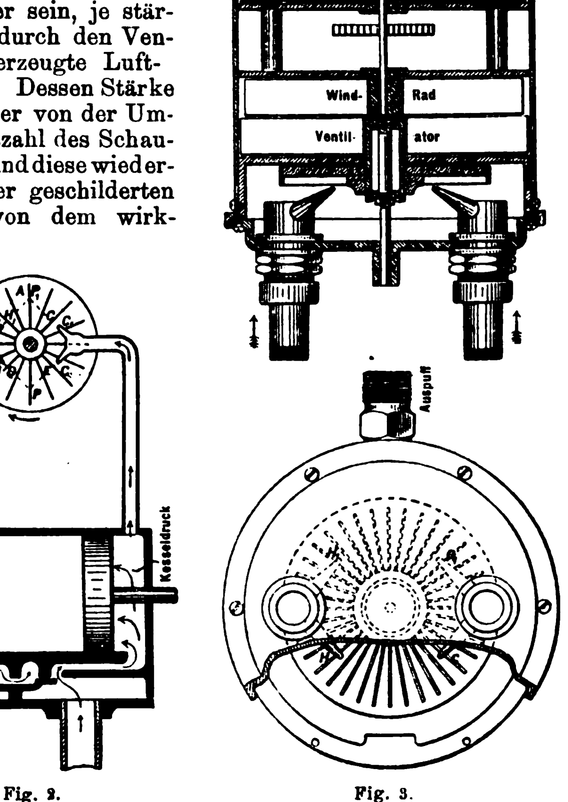


Fig. 2. Fig. 3.
Apparat zur Bestimmung des „mittleren indizierten Druckes“ nach Atwood (New York).

Ein dritter Apparat, der schon vor etwa 20 Jahren gebaut ist und den Fig. 4 veranschaulichen soll, hat auf den ersten Blick etwas ausserordentlich Bestechendes infolge seiner Einfachheit und der Möglichkeit, ihn an einem gewöhnlichen Indikator in kurzer Zeit anbringen zu können, so dass man abwechselnd den mittleren Druck durch gewöhnliche Diagramme und durch dieses Instrument bestimmen kann. Auch könnte man den Apparat mit Leichtigkeit so umbauen, dass beide Messungsmethoden gleichzeitig angewendet werden könnten. Dadurch wird natürlich eine Prüfung des Instrumentes auf die Richtigkeit seiner Angaben wesentlich erleichtert. Der Indikatorhebel, in

welchem der Schreibstift befestigt ist, ist hier ersetzt durch eine Röhre, in welcher eine Spindel drehbar gelagert ist. Diese trägt an dem einen Ende eine konische Rolle, an dem anderen ein Kegelrad, welches die Drehung der Spindel auf ein Zählwerk überträgt.

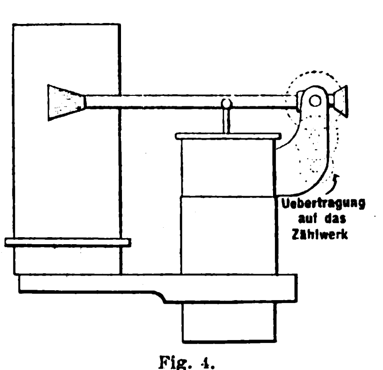
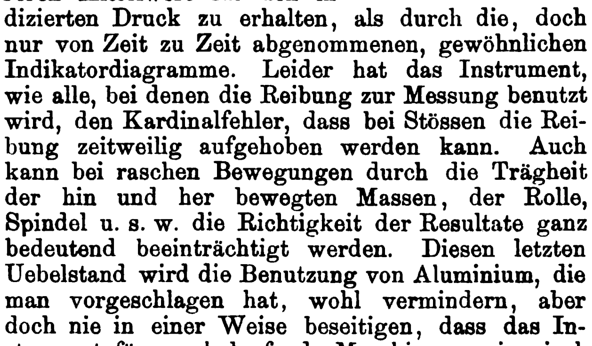
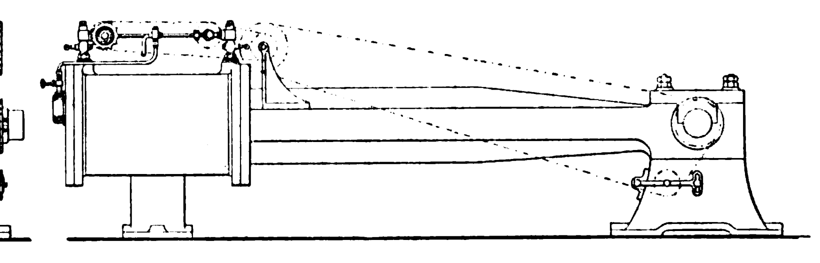


Fig. 4.
Apparat zur Bestimmung des „mittleren indizierten Druckes“ nach Lee.

Auf die Indikatortrommel wird geöltes Papier gesteckt und die mit feinen Riefen versehene Rolle wird ebenso wie sonst der Schreibstift dagegen gepresst. Natürlich kann dieses Andrücken auch mechanisch geschehen. Je nachdem sich der Arm mehr oder weniger auf und ab bewegt, dreht sich die Rolle stärker oder schwächer und die Bewegung wird ähnlich wie beim Planimeter auf das Zählwerk übertragen, aus dessen Stand man dann auf die Grösse der Diagramme und somit den „mittleren indizierten Druck“ schliessen kann. Als Vorzug ist hervorzuheben, dass man eine ganze Zeit, etwa eine Stunde lang, hintereinander das Instrument arbeiten lassen kann, wobei man nur gleichzeitig mit einem der bekannten Tourenzähler die Umdrehungen zu bestimmen braucht, um einen viel sichereren Mittelwert für den indizierten Druck zu erhalten, als durch die, doch nur von Zeit zu Zeit abgenommenen, gewöhnlichen Indikatordiagramme. Leider hat das Instrument, wie alle, bei denen die Reibung zur Messung benutzt wird, den Kardinalfehler, dass bei Stössen die Reibung zeitweilig aufgehoben werden kann. Auch kann bei raschen Bewegungen durch die Trägheit der hin und her bewegten Massen, der Rolle, Spindel u. s. w. die Richtigkeit der Resultate ganz bedeutend beeinträchtigt werden. Diesen letzten Uebelstand wird die Benutzung von Aluminium, die man vorgeschlagen hat, wohl vermindern, aber doch nie in einer Weise beseitigen, dass das Instrument für rasch laufende Maschinen, wie sie heute ja die Regel bilden, benutzbar würde.





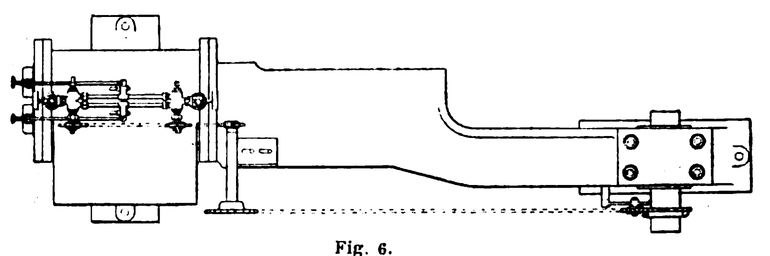


Fig. 6.
Apparat zur Bestimmung des „mittleren indizierten Druckes“ nach Ripper. Anordnung bei Schnellläufer.

Dagegen scheint ein von Professor *Ripper* in Sheffield eingeschlagener Weg zu ganz brauchbaren Resultaten zu führen. Er misst einfach den treibenden Druck und den Gegendruck mit Hilfe von zwei Manometern, welche durch Rohre mit dem Dampfcylinder in Verbindung stehen und durch besonders gestaltete Hähne abwechselnd mit der einen oder anderen Kolbenseite verbunden werden können, so dass auf das eine Manometer stets nur der treibende, auf das andere stets nur der widerstehende Druck wirkt. Die Bewegung der Hähne wird von der Maschine selbst veranlasst, und zwar werden bei gewöhnlichen Maschinen Hähne mit oscillierender Bewegung, die von einem Exzenter abgeleitet wird, bei Schnellläufern jedoch rotierende Hähne benutzt. Für die erste Anordnung gibt Fig. 5, für die zweite Fig. 6 ein Beispiel. Die infolge des abwechselnden Druckes hin und her tanzenden Zeiger der Manometer werden durch Drosseln vermittelst in die Leitungen eingeschalteter Hähne zur Ruhe gebracht, um eine Ablesung zu ermöglichen. Dabei soll die Drosselung jedoch nur soweit gehen, dass eine schwache Bewegung der Zeiger bestehen bleibt, um so sicher zu sein, dass der Apparat nicht etwa durch zu starke Drosselung ganz von der Leitung abgeschlossen ist. Von vornherein möchte man nun wohl als Einwände gegen das ganze angewandte Verfahren anführen, 1. dass man einen so wichtigen Wert wie den mittleren indizierten Druck nicht mit so „rohen und unzuverlässigen“ Instrumenten, wie gewöhnliche Manometer sind, bestimmen dürfe, und 2. dass durch das Drosseln ganz erhebliche Fehler hervorgerufen werden. Was den ersten Vorwurf anbelangt, so weist ihn Professor *Ripper* auf Grund zahlreicher Versuche auf das Allerentschiedenste zurück, womit er übrigens nur eine Thatsache betont, die auch von anderen schon hervorgehoben ist. Ein eigens als Präzisionsinstrument gebautes Manometer, das mit derselben Sorgfalt behandelt, geputzt und vor Stössen bewahrt wird wie unsere sonstigen feineren Messinstrumente, liefert mindestens ebenso zuverlässige, wenn nicht zuverlässigere Angaben wie irgend ein sonst zur Druckmessung verwandter Apparat, nicht ausgenommen unsere besten Indikatoren.

Wichtig ist dabei allerdings, dass das Instrument kalt gehalten und namentlich jede plötzliche Temperaturveränderung ausgeschlossen wird. Als einfaches Mittel, um dies herbeizuführen, dient ein vor dem Instrument eingeschalteter Wassersack. Aufs peinlichste hat man darauf zu achten, dass dieser Wassersack auch vollkommen gefüllt ist und gefüllt bleibt. Kann doch das Wasser aus mannigfachen Gründen daraus verschwinden, worauf näher einzugehen wir uns hier versagen müssen. Nur einen Grund, den hauptsächlichsten, möchten wir anführen: das Wasser verschwindet leicht aus dem Wassersack, wenn der auf ihm lastende Druck stark wechselt. Dies vermeidet *Ripper*, indem er denselben abdrosselt; und damit kommen wir zu dem zweiten, oben angeführten Vorwurfe gegen das Verfahren: dass nämlich durch das Drosseln beträchtliche Fehler in der Bestimmung des mittleren

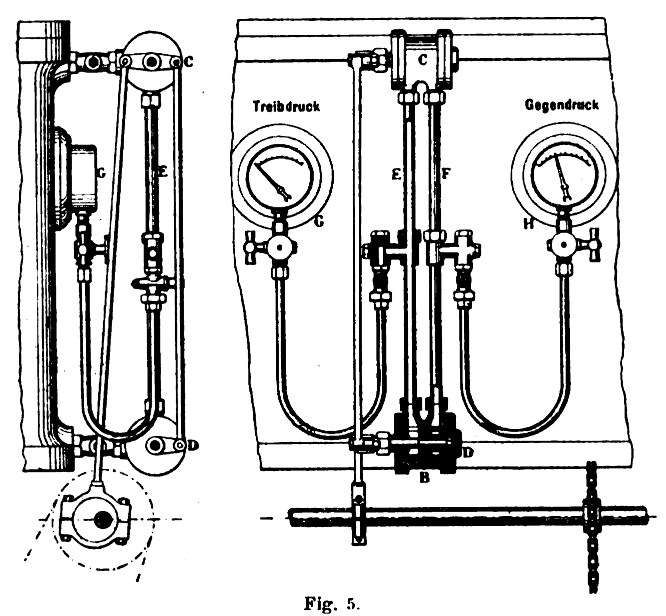


Fig. 5.
Apparat zur Bestimmung des „mittleren indizierten Druckes“ nach Ripper. Anordnung bei normalen Maschinen.

Druckes hervorgerufen würden. Professor *Ripper* sagt selbst, dass er zuerst diesen Einwand für richtig gehalten habe. Dann habe er aber direkt vor das Instrument hinter den Wassersack einen Drosselhahn F (Fig. 7) eingeschaltet und zahlreiche Versuche hätten bewiesen, dass dadurch die Richtigkeit der Ablesung nicht beeinträchtigt wurde. Auch diese Thatsache ist übrigens von anderen Experimentatoren schon vor *Ripper* bestätigt.

Um sehen zu können, ob der Wassersack ordentlich gefüllt sei, wurde dann das Glasrohr A eingeschaltet und es ergab sich eine starke Bewegung des Wassers, die manchmal ein gänzliches Herausschleudern desselben aus

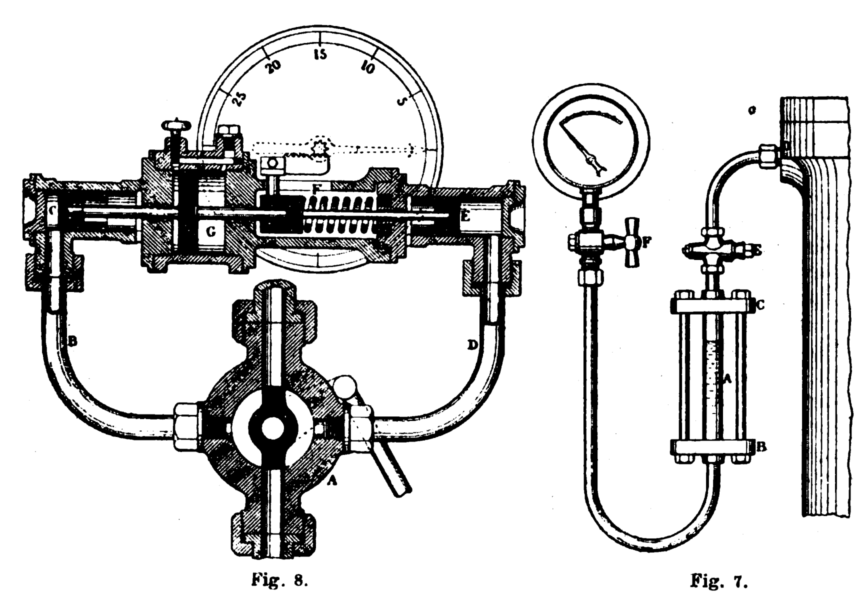


Fig. 8. Fig. 7.

Fig. 7. Vorrichtung zum Abdrosseln an dem Apparat von Ripper.
Fig. 8. Differentialdruckmesser nach Ripper.

dem Wassersack und Wiederverdampfen in der heissen Rohrleitung zur Folge hatte, so dass der direkte Dampf in das Instrument trat und dieses infolge der plötzlichen Erwärmung unrichtige Werte angab. Dem wurde dadurch entgegengetreten, dass man mit Hilfe eines zweiten Hahnes E den Dampfdruck so weit abdrosselte, dass das Wasser zur Ruhe kam. Dass hierdurch die Ablesungen wenig beeinflusst werden können, ergibt sich daraus, dass bei ganz geöffnetem Hahn F ein Einfluss auf die Zeigerbewegung noch nicht zu bemerken war, wenn schon durch Drosseln mit Hahn E das Wasser hinreichend zur Ruhe gebracht war. Interessant ist, dass man im Laufe der Vorversuche, als man die beschriebene Methode mit Hilfe der Drosselhähne noch für fehlerhaft hielt, Versuche mit dem in Fig. 8 dargestellten Instrumente gemacht hat. Während der treibende Druck gegen den Kolben C trat, wurde der Gegendruck gegen Kolben E geleitet. F ist eine geaichte Feder und G ein Oelbuffer mit Umlaufhahn. Das Instrument beruht also auf demselben Gedanken, wie der Hauptteil des in diesem Aufsatze an erster Stelle beschriebenen Apparates. Das über diesen oben ausgesprochene Urteil wird somit auch durch *Ripper* bestätigt, wenn er das Instrument (Fig. 8) „nicht feinfühlig genug“ nennt.

Die, wie erwähnt, durch Versuche bestätigte Thatsache, dass der von den Manometern angegebene Druck auch wirklich der „mittlere“ indizierte Druck ist, hat man theoretisch in folgender Weise zu begründen versucht: Wie wir gesehen haben, hängt die Wirkungsweise sehr wesentlich von der Wassermasse ab, welche in dem Wassersacke des Manometers sich befindet. Diese Masse und ein Teil der Metallmasse des federnden Messrohres kann sich frei nach zwei entgegengesetzten Richtungen bewegen. In der einen Richtung wirkt eine veränderlich gedachte Kraft P, deren Mittelwert man bei Auftragung dieser Kraft in Funktion der Zeit zu $\frac{\int P \, . \, dt}{t}$ findet, wo t die Zeit bezeichnet, innerhalb deren die Beobachtung ausgeführt ist. Auf der anderen Seite wirkt dagegen nur die Kraft S, welche durch die Elastizität des Messrohres hervorgerufen wird, und deren Grösse durch den Stand des Zeigers gekennzeichnet wird. Da nun bei eingetretenem Beharrungszustande des ganzen Systems irgend eine Veränderung in der Lage der Massen am Ende der Zeit t gegenüber derjenigen am Anfange dieser Zeit nicht eingetreten ist, so müssen die wirkenden Kräfte sich im Gleichgewichte befinden, es muss $S = \frac{\int P \, . \, dt}{t}$ sein, d. h. im Manometer wird thatsächlich der mittlere indizierte Druck angezeigt. Auf die in der Flüssigkeit selbst und an den Wänden der Röhren sowie in den Drosselhähnen auftretenden Reibungswiderstände, die ja in irgend einer Weise von der Grösse der Geschwindigkeit abhängen, ist bei dieser Entwickelung keine Rücksicht genommen, weil eben durch das Drosseln die Grösse der Geschwindigkeit, also auch dieser Reibungswiderstände beliebig herabgedrückt werden könne.

Schliesslich ist noch ein Punkt zu erwähnen, der in dem englischen Aufsatze eine sehr eingehende Behandlung erfahren hat: macht man, wie das bei schnelllaufenden Maschinen sich durchaus empfiehlt, ja fast notwendig erscheint, die Bewegung der Hähne, welche wechselseitig die Manometer mit den Enden des Dampfcylinders verbinden, zu einer gleichmässig rotierenden (Fig. 6), so erscheint der mittlere indizierte Druck, den das Manometer angibt, nicht mehr als eine Funktion des Weges, sondern als eine Funktion der Zeit; es ist eben genau so, als ob man den Indikatorstift nicht auf einem oscillierenden, sondern auf einem gleichmässig sich abwickelnden Papierstreifen schreiben liesse. Der im ersten Falle sich ergebende Mittelwert des indizierten Druckes, den wir kurz den „mittleren Wegdruck“ nennen wollen, unterscheidet sich aber von dem im zweiten Falle erhaltenen, dem „mittleren Zeitdruck“ nicht unbeträchtlich. Aus Fig. 9 ist ersichtlich, in welchem Zusammenhange die in beiden Fällen erhaltenen Diagramme stehen. Unter Benutzung der durch diese Figur gekennzeichneten Beziehung ist es möglich, für jede Maschine und bei jeder Belastung das Verhältnis zwischen den beiden Werten zu bestimmen, und so in jedem einzelnen Falle von dem „mittleren Zeitdruck“ zum „mittleren Wegdruck“ überzugehen, mit dessen

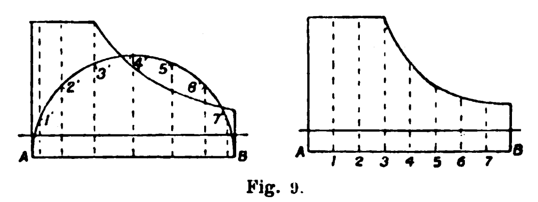


Fig. 9.

Beziehung zwischen „Wegdruck-“ und „Zeitdruckdiagramm“

Hilfe ja die thatsächliche Berechnung der Leistung stattfindet. Eingehende Untersuchungen Professor *Ripper*'s haben jedoch gezeigt, dass es für die Praxis genügt, für jede zu untersuchende Maschine einmal das Verhältnis dieser beiden Drucke bei verschiedenen Leistungen zu bestimmen, das Mittel aus den so erhaltenen Werten zu bilden und dieses Mittel für alle späteren Untersuchungen derselben Maschine zu benutzen.

Wenn nun auch dieses Instrument sich bei den Versuchen in Sheffield gut bewährt haben soll und gewiss eine schätzenswerte Unterstützung bei allen Untersuchungen von Dampfmaschinen bietet, so ist es doch, wie sich wohl ohne weiteres aus der obigen Beschreibung ergibt, noch in manchen Beziehungen recht unvollkommen und der Wunsch, ein Instrument zur unmittelbaren Bestimmung des „mittleren indizierten Druckes“ zu besitzen, scheint uns damit noch nicht in allgemein befriedigender Weise gelöst.

August 1900. *F. Mbg.*



Der Erdinduktor von Wilhelm Weber, seine Theorie und Anwendung.

Von **Rudolf Mewes**, Ingenieur und Patentanwalt.

Als im Jahre 1831 von *Faraday* die Induktionsströme entdeckt wurden, war damit ein ganz neues Gebiet der Elektrizitätslehre eröffnet; allein die Ursache der Induktion blieb, wie Prof. Dr. *Kundt* bei der Schilderung dieser hochwichtigen Entwickelungsphase der Elektrizitätslehre in der bekannten diesbezüglichen Rede vom 1. August 1891 mit Recht hervorhob, zunächst aus den bisher bekannten Thatsachen unerklärt, bis der grosse deutsche Physiker *Wilhelm Weber* die verbindende Brücke zwischen den elektrostatischen, elektrodynamischen und Induktionserscheinungen zu schlagen unternahm und die gesamten elektrischen Erscheinungen unter ein einziges Gesetz brachte. Die Lösung dieser Aufgabe gelang *Weber* einerseits durch das nach ihm benannte Grundgesetz, das im Gegensatz zu dem *Coulomb*'schen Gesetz bei der Bewegung der Elektrizitäten die Geschwindigkeiten und Beschleunigungen der wirkenden Mengen berücksichtigte, andererseits aber durch Einführung des absoluten Masssystems, das man ihm und *Gauss* verdankt. Während jedoch gerade an dem Grundgesetze der Elektrodynamik, trotzdem dasselbe von manchen als eine der grössten Gedankenthaten des Jahrhunderts hingestellt und als die höchste Verallgemeinerung der mechanischen Naturerklärung seit *Newton* betrachtet ist, zuerst und am energischsten von den verschiedensten Seiten gerüttelt worden ist, stehen dagegen seine mustergültigen Massbestimmungen und Beobachtungsmethoden noch heute unerreicht da und haben in den letzten Jahren von neuem erhöhte Aufmerksamkeit und Beachtung gefunden. Dies gilt nicht zum geringsten Teile von den Beobachtungen mit dem Erdinduktor *Weber*'s; denn nachdem durch *H. Wild* in einer ausführlichen Abhandlung auf die Vorteile der Beobachtung mit Hilfe dieses von *Weber* bereits im Jahre 1837 erfundenen und 16 Jahre später erheblich verbesserten Apparates hingewiesen war, begannen auch andere Physiker, wie *Chwolson, C. Schering, E. Hutt,* die Theorie zu erweitern und so eine ausgedehntere Anwendung des Erdinduktors zu genauen Messungen zu ermöglichen. Andererseits steht aber zu erwarten, dass die *Weber*'sche Beobachtungsmethode auf dem Gebiete der Gravitationstheorie nicht minder glänzende Früchte zeitigen wird, als dies in der Elektrizitätslehre bereits geschehen ist; denn, wie ich in dem Buche *„Die Schwerkraftstrahlen“* (Verlag von M. Krayn, Berlin) gezeigt habe, gilt auch für die Schwerkraft das elektrodynamische Kraftbethätigungsgesetz von *Weber*. Hierdurch wird dem Physiker die Möglichkeit geboten, mittels des Horizontalpendels und eines in dessen Nähe rotierenden Körpers aus den Schwingungen des Horizontalpendels in derselben Weise, wie es *Weber* bei den Schwingungen der Magnetnadel infolge der Induktionsstösse gethan hat, die Fortpflanzungsgeschwindigkeit der Schwerkraft zu ermitteln. Es dürfte sich daher gerade mit Rücksicht auf diese Frage der Mühe lohnen, eine kurze Entwickelung der Theorie des Induktoriums zu geben, und im Anschluss daran auf die Anwendung und Handhabung desselben einzugehen, da die diesbezüglichen Resultate sich fast direkt auf die Versuche mit dem Horizontalpendel übertragen lassen.

Was nun die Theorie des *Weber*'schen Erdinduktors angeht, so würde eine eingehende Besprechung der einzelnen, von verschiedenen Physikern unternommenen Weiterentwickelungen und Verbesserungen derselben über den Rahmen der gestellten Aufgabe hinaus- und auch kaum zu weiteren Resultaten führen, da gerade die theoretischen Untersuchungen in dem vorliegenden Falle, wie dies ja bei physikalischen Problemen die Regel ist, lediglich durch die Anregungen bedingt worden sind, welche von genauen und planvoll angestellten Experimenten ausgegangen sind. Ich beschränke mich daher nicht bloss darauf, die Theorie der von *Weber* bereits angewandten Beobachtungsmethoden in möglichst einfacher und kurzer Form zu reproduzieren, sondern werde auch im Anschlusse daran auf die schrittweise Entwickelung der Theorie, besonders auf die Voraussetzungen, welche den mathematischen Entwickelungen zu Grunde gelegt wurden, das Augenmerk lenken, um so gleichzeitig den Grad der Annäherung, welche die einzelnen Theorien beanspruchen können, zu kennzeichnen. — *Weber* setzte bei seinen Beobachtungsmethoden durchweg voraus, dass erstlich die Schwingungen, welche die Magnetnadel infolge der Wirkung des durch Drehung des Ringinduktors erzeugten Stromes ausführt, so klein sind, dass die Dämpfung, welche die Nadel durch den Kupferring erfährt, von der Lage und Stellung der Nadel, d. h. also von dem Ablenkungswinkel derselben aus der Ruhelage, unabhängig ist. Dadurch vereinfacht sich die theoretische Behandlung des *Weber*'schen Induktionsinklinatoriums freilich ausserordentlich, kann aber aus diesem Grunde auch nur unter günstigen Bedingungen zu annehmbaren Näherungswerten führen, wie *H. Wild* in der oben erwähnten Abhandlung nachgewiesen hat. In dem Falle dagegen, dass der Ringinduktor nur einmal um 180° gedreht und dann die durch den Induktionsstoss bedingte Elongation der Multiplikatornadel beobachtet wird, tritt der Einfluss der Dämpfung zurück. Die mathematische Formulierung ist einfach und gestaltet sich wie folgt. Bei der Drehung des Leiters von horizontaler Anfangslage aus um eine der Ebene des magnetischen Meridians parallele, horizontale Achse wird durch die vertikale Komponente des Erdmagnetismus ein Strom induziert, dessen Stärke der vertikalen Komponente des Erdmagnetismus proportional ist, während bei der zur Ebene des magnetischen Meridians senkrechten Stellung des Induktors und der Drehung um eine vertikale Achse in dem Leiter ein Strom induziert wird, dessen Stärke der horizontalen Komponente des Erdmagnetismus proportional ist. Bezeichnet man mit ε die totale Intensität des Erdmagnetismus und mit φ den Inklinationswinkel und mit a eine von den Dimensionen des Leiters abhängige Konstante, so muss im ersteren Falle die vertikale Komponente des Erdmagnetismus

$$V = a \,.\, \varepsilon \sin \varphi,$$

im zweiten Falle die horizontale Komponente desselben

$$H = a \,.\, \varepsilon \cos \varphi$$

sein, so dass sich durch Division dieser beiden Gleichungen

$$\frac{V}{H} = tg \,.\, \varphi$$

ergibt, d. h. die Tangente des Inklinationswinkels ist dem Quotienten der durch die vertikale und die horizontale Komponente des Erdmagnetismus induzierten Ströme gleich. — Nach dieser Methode wurden in Göttingen vom 2. bis zum 12. August 1852 jeden Tag vier Bestimmungen gemacht und zwar des Morgens und Nachmittags um 1 Uhr und um 7 Uhr. Die Vorzüge dieser Methode gegenüber der Bestimmung der Inklination durch Bussolen bestehen in der Genauigkeit und vornehmlich darin, dass jede einzelne Bestimmung eine viel kürzere Zeit in Anspruch nimmt und man daher die Inklination für einen bestimmten Zeitpunkt zu bestimmen vermag. Die einzige Schwierigkeit dieses Verfahrens liegt in der geringen Intensität der Induktionsströme, weil darum bereits ein kleiner Beobachtungsfehler auf das Resultat schon einen bedeutenden Einfluss ausüben kann. Diesem Uebelstande suchte *Weber* durch Anwendung eines Induktors von möglichst vielen Windungen zu begegnen. Um Wiederholungen zu vermeiden, verweise ich betreffs der detaillierten Beschreibung und der vor dem Gebrauch erforderlichen Justierung des Erdinduktors auf die weiter unten folgenden Angaben.

Da indessen die Ablenkungen der Nadel trotz aller Vorkehrungen nach der eben angegebenen Methode immer sehr gering blieben, so suchte *Weber* die Elongation der Nadel dadurch zu vergrössern, dass er die Nadel in den Ringinduktor selbst brachte, und letzteren mittels einer



Kurbel und eines Räderwerkes mit konstanter Geschwindigkeit in der vorher erwähnten Weise einmal um eine horizontale und sodann um eine vertikale Achse drehte und die Gleichgewichtslage, welche die Nadel schliesslich annahm, beobachtete. Die beigefügte Figur, welche aus *Wiedemann's Elektrizitätslehre*, Bd. 4, entnommen ist, gibt ein Bild von der Einrichtung des Apparates. Wie aus der Einrichtung dieses Apparates leicht zu ersehen ist, wird die im Zentrum des Induktorringes befindliche und der Rotationsachse parallele Nadel durch die in dem Ringe abwechselnd gerichteten Ströme stetig aus ihrer Ruhelage abgelenkt werden müssen, da in Bezug auf die Nadel die Induktionsströme immer gleich gerichtet sind und daher der Induktorring infolge seiner drehenden Bewegung die Rolle eines Kommutators übernimmt. Bei der horizontalen Lage der Drehungsachse kann nur die vertikale Komponente des Erdmagnetismus, wie bereits oben bemerkt wurde, einen Induktionsstrom in dem Leiter erregen, so dass die Ablenkung der Nadel der ablenkenden Kraft derselben einfach proportional und senkrecht gegen den Meridian gerichtet ist. Die Grösse dieser Kraft ist bei nicht zu kleiner, konstanter Drehungsgeschwindigkeit konstant und ist der Zahl der Umdrehungen proportional. Ausserdem wirkt auf die Nadel noch die horizontale Komponente des Erdmagnetismus und sucht sie in den magnetischen Meridian zurückzuziehen. Die Tangente des Ablenkungswinkels muss daher, wenn man die Dämpfung als unabhängig von dem Ablenkungswinkel der Nadel ansieht, dem Verhältnisse der Intensitäten der vertikalen und der horizontalen Komponente des Erdmagnetismus, d. h. der Tangente der Inklination proportional sein.

Behält man nun die oben eingeführte Bezeichnung bei, sei ferner das magnetische Gesamtmoment der Nadel M und ψ der Winkel, um den dieselbe aus dem magnetischen Meridian abgelenkt wird, so wirkt auf die Nadel senkrecht zum magnetischen Meridian eine Kraft

$$a M . \varepsilon \sin \varphi . \cos \psi,$$

worin a eine noch zu bestimmende, von den Dimensionen und der Beschaffenheit des Leiters und von der Drehungsgeschwindigkeit abhängige Konstante ist, während die zum Meridian parallele Kraftkomponente $M . \varepsilon \cos \varphi . \sin \psi$ ist. Die Gleichung des Gleichgewichts ist demnach

$$a M . \varepsilon \sin \varphi . \cos \psi - M . \varepsilon \cos \varphi . \sin \psi = 0,$$

woraus

$$tg . \psi = a . tg . \varphi$$

folgt. — Den Wert für a findet man auf folgende Weise: Es sei r der Radius des Induktorringes, χ der Winkel zwischen der Ebene desselben und der durch die Drehungsachse gehenden Vertikalebene des magnetischen Meridians, und w der Leitungswiderstand des Ringes, so ist der durch die vertikale Komponente des Erdmagnetismus induzierte Differentialstrom gleich

$$\pi r^2 \frac{V}{w} \cdot \cos \chi \, d\chi;$$

das Drehungsmoment desselben in Bezug auf die Nadel ist also bei obiger Bezeichnung und Ablenkung nach *Kayser*

$$\pi r^2 \frac{V}{w} \cos \chi \, d\chi \frac{2 \pi r M \cos \chi \cos \psi}{r^2} = 2 \pi^2 r M \frac{V}{w} \cos^2 \chi \cos \psi \, d\chi.$$

Integriert man nun nach χ zwischen den Grenzen $-\frac{\pi}{2}$ bis $+\frac{\pi}{2}$ oder, was hier dasselbe ist, von 0 bis π, so erhält man die ablenkende Kraft aller während einer halben Umdrehung des Ringes induzierten Ströme gleich:

$$2 \pi^2 r M \frac{V}{w} \cos \psi \cdot \frac{\pi}{2} = \frac{\pi^3 r}{w} M V \cos \psi.$$

Der Integralstrom, welcher durch n volle Umdrehungen induziert wird, besitzt demnach die ablenkende Kraft

$$\frac{2 n \pi^3 r}{w} V M \cos \psi.$$

Setzen wir diesen Wert in die oben aufgestellte Gleichung des Gleichgewichts

$$a M . \varepsilon \sin \varphi . \cos \psi - M . \varepsilon \cos \varphi . \sin \psi = 0$$

für das mit ihm identische erste Glied der linken Seite ein, indem wir gleichzeitig für V seinen Wert $\varepsilon \sin \varphi$ einführen, so ergibt sich als Gleichgewichtsbedingung

$$\frac{2 n \pi^3 r}{w} M . \varepsilon \sin \varphi \cos \psi - M . \varepsilon \cos \varphi . \sin \psi = 0,$$

woraus

$$tg \, \psi = \frac{2 n \pi^3 r}{w} \cdot tg . \varphi,$$

also

$$a = \frac{2 n \pi^3 r}{w}$$

folgt.

Da nun w, r und n für alle Beobachtungsorte denselben Wert behalten, so kann man mit dem Erdinduktor nach dieser Methode schon jetzt die relativen Inklinationen bestimmen, da man sofort hat

$$\frac{tg \, \psi}{tg \, \psi_1} = \frac{tg \, \varphi}{tg \, \varphi_1},$$

während man behufs absoluter Bestimmung von φ die Konstante w kennen muss. Zu dieser Kenntnis gelangt man, wenn man den Apparat so stellt, dass die bisher horizontal liegende Drehungsachse vertikal zu stehen kommt, und wenn man dann den Ringinduktor, nachdem die vorher herausgenommene Nadel wieder in horizontaler Ebene drehbar eingesetzt ist, von der Ebene des magnetischen Meridians aus als Anfangslage mit konstanter Geschwindigkeit rotieren lässt. In diesem Falle induziert die horizontale Komponente des Erdmagnetismus genau so wie vorher die vertikale in dem Stromkreise einen elektrischen Strom. Da nun in beiden Fällen die induzierten Stromintensitäten den induzierenden Kräften und die Tangenten der Ablenkungswinkel der Nadel jenen Intensitäten proportional sind, so müssen diese Tangenten auch den induzierenden Kräften selbst proportional, ihr Quotient also, wenn in beiden Fällen die Winkelgeschwindigkeit dieselbe geblieben ist, gleich dem Verhältnis der Komponenten des Erdmagnetismus, d. h. gleich der Tangente der Inklination sein.

Auf die mathematische Behandlung des zweiten Falles, in welchem die Induktionsströme durch die horizontale erdmagnetische Komponente erzeugt werden, brauche ich hier nicht noch besonders einzugehen, da der Rechnungsgang dem obigen für die vertikale Komponente ganz analog ist.

Die soeben reproduzierte Theorie des *Weber*'schen Erdinduktors ist übrigens, wie bereits erwähnt worden ist, nicht streng richtig, da das zu behandelnde Problem kein rein statisches, sondern vielmehr ein dynamisches ist; denn die Magnetnadel nimmt durchaus nicht eine feste Ruhelage ein, wie oben angenommen wurde, sondern oscilliert um ihre Gleichgewichtslage in Schwingungen, welche allerdings sehr klein sind, und daher die Auffassung jener Mittelstellung als Gleichgewichtslage nach *Weber* nicht ungerechtfertigt erscheinen lassen. Wenn nun auch die nach dieser Richtung hin erweiterte Theorie des Erdinduktors für die Praxis kaum eine weittragende Bedeutung gewonnen hat, so will ich gleichwohl die von *E. Hutt* hierüber gegebenen Auseinandersetzungen kurz wiederholen, um einen gewissen Anhaltspunkt zur Beurteilung der Annäherung der Theorie in ihrer obigen einfachsten Gestalt zu gewinnen.

Nach *F. Neumann* (*Abhandlungen der Berliner Akademie*, 1845 und 1847) ist der durch einen Magnetpol μ in einem Leiter von dem Widerstande w induzierte Integralstrom

$$J = -\frac{\varepsilon \mu}{w \sqrt{2}} (P_e - P_a),$$

falls ε die Induktionskonstante und P_e und P_a die Potentiale von μ in Bezug auf den Leiter in dessen Ende, bezüglich Anfangsstellung bedeuten. Bezeichnet man nun die Fläche des rotierenden Kreises mit F, den Winkel zwischen der Normalen der Ringebene und der magnetischen Erdachse in den betreffenden Positionen bezüglich mit $N_{a_1} i$ und $N_{e_1} i$, so induziert der magnetische Erdpol einen Integralstrom

$$J = -\varepsilon \frac{E . F}{w \sqrt{2}} (\cos [N_{e_1} i] - \cos [N_{a_1} i]).$$

Sei ferner der Winkel zwischen der Drehungsachse und der magnetischen Erdachse ϑ, der Neigungswinkel zwischen der durch diese Linien gelegten Ebene und zwischen der durch die Drehungsachse und die Normale des kreisförmigen Leiters gehenden Ebene ψ, so ist

$$\cos(N_1 i) = \sin\vartheta \sin\psi.$$

Für die Anfangsposition $\psi = 0$ wird

$$J = -\frac{\varepsilon E F}{w\sqrt{2}} \sin\vartheta (\cos\psi - 1),$$

worin ψ sich auf die jeweilige Endposition bezieht. Wenn die Drehungsachse horizontal ist, so ist $\vartheta = i$, also

$$J = -\frac{\varepsilon E F}{w\sqrt{2}} \sin i (\cos\psi - 1).$$

Hieraus geht hervor, dass J nur von der Komponente $\sin i$ (i ist der Inklinationswinkel) abhängt und stets einen positiven Wert besitzt. Durch Differentiation erhält man hieraus für den Differentialstrom D:

$$D = \frac{\varepsilon E F \sin i}{w\sqrt{2}} \sin\psi \frac{\delta\psi}{\delta t},$$

worin E wie oben die totale Intensität des Erdmagnetismus bedeutet. So lange der Ring in Bewegung ist, wirkt dieser Strom auf die Nadel mit einer senkrecht gegen die Kreisebene gerichteten Kraft, wenn wir die Nadel gegen den Durchmesser des Ringes sehr klein annehmen und wenn dieselbe sich in dem Mittelpunkte desselben befindet. Da die Nadel nur in horizontaler Ebene drehbar ist, so ist bei dem Ablenkungswinkel φ das auf die Nadel ausgeübte Drehungsmoment

$$\frac{\varepsilon E F \sin i}{w\sqrt{2}} \sin^2\psi \frac{\delta\psi}{\delta t} M\cos\varphi$$

und daher, wenn $\mathfrak{M}$ das Trägheitsmoment der Nadel bedeutet, die Bedingung für das Gleichgewicht:

$$\mathfrak{M}\frac{\delta^2\varphi}{\delta t^2} = -HM\sin\varphi + \frac{\varepsilon E \sin i}{w\sqrt{2}} F \sin^2\psi \frac{\delta\psi}{\delta t} M\cos\varphi.$$

Hierin ist ψ eine Funktion von t, nämlich gleich $2\pi\frac{t}{\tau}$, wenn τ die Dauer einer Umdrehung des Induktorringes bedeutet. Durch Integration nach t von t bis $t+\tau$ und durch nachherige Entwickelung nach Potenzen von τ erhält man hieraus, wenn man die Glieder mit höheren Potenzen von τ vernachlässigt:

$$\mathfrak{M}\frac{\delta^2\varphi}{\delta t^2} = -HM\sin\varphi + \frac{\pi\varepsilon E \sin i F M\cos\varphi}{\tau w\sqrt{2}}.$$

Diese Gleichung gilt für jeden Wert von t, ist aber wegen der gemachten vereinfachenden Annahme nur annäherungsweise richtig. Bezeichnet man nun den Oscillationswinkel, um den die Nadel in der Gleichgewichtslage schwingt, mit α und setzt $\varphi = \alpha + \psi$, so wird die Bewegungsgleichung:

$$\mathfrak{M}\frac{\delta^2\psi}{\delta t^2} = -HM\sin(\alpha+\psi) + \frac{\pi\varepsilon E\sin i F M\cos(\alpha+\psi)}{w\tau\sqrt{2}},$$

woraus durch Integration

$$\frac{\mathfrak{M}}{2}\left(\frac{\delta\psi}{\delta t}\right)^2 + C = HM\cos(\alpha+\psi) + \frac{\pi\varepsilon E\sin i F M\sin(\alpha+\psi)}{w\tau\sqrt{2}}$$

folgt. Für $\frac{\delta\psi}{\delta t} = 0$ und für die Grenzen ψ_1 bezüglich $-\psi_1$ von ψ folgt einerseits

$$C = HM\cos(\alpha+\psi_1) + \frac{\pi\varepsilon E\sin i F M\sin(\alpha+\psi_1)}{w\tau\sqrt{2}},$$

$$C = HM\cos(\alpha-\psi_1) + \frac{\pi\varepsilon E\sin i F M\sin(\alpha-\psi_1)}{w\tau\sqrt{2}}$$

andererseits.

Durch Subtraktion, sowie durch Entwickelung der trigonometrischen Funktionen von $\alpha+\psi_1$ und $\alpha-\psi_1$ und Auflösung nach $tg\,\alpha$ erhält man:

$$tg\,\alpha = \frac{\pi\varepsilon E\sin i F}{H w\tau\sqrt{2}} = \frac{n\pi\varepsilon E\sin i F}{H w\sqrt{2}},$$

wenn $n = \frac{1}{\tau}$ ist.

Wenn man aus dieser Gleichung i bestimmen wollte, müsste man α beobachten und $n w \varepsilon$ anderweitig ermitteln. Man kann jedoch diesen Uebelstand ebenso wie oben dadurch vermeiden, dass man die Achse wieder vertikal stellt und die ganze Rechnung in diesem Falle für $\vartheta = \frac{\pi}{2} - i$ analog durchführt und findet:

$$tg\,\alpha_1 = \frac{n_1\pi\varepsilon E.\cos i F}{Hw\sqrt{2}},$$

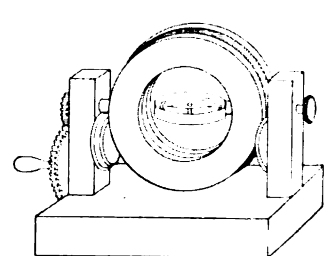
mithin durch Division erhält:

$$tg\,i = \frac{n_1}{n}\cdot\frac{tg\,\alpha}{tg\,\alpha_1}.$$

Was nun die Anwendung der soeben entwickelten Methode betrifft, so ist in erster Linie darauf hinzuweisen, dass die Beobachtung der beiden Winkel α und α_1 mit einiger Schwierigkeit verknüpft ist, da die Nadel keine absolut feste Stellung einnimmt; zweitens ist aber auch auf die Schwierigkeit hinzuweisen, welche die Bestimmung des Verhältnisses der beiden Umdrehungsgeschwindigkeiten $\frac{n_1}{n}$ verursacht. *F. Neumann* umging diese Schwierigkeit dadurch, dass er gleichzeitig zwei Ringe, deren einer um eine horizontale, während der andere um eine vertikale Achse rotierte, benutzte und dieselben durch gezähnte Räder miteinander verband; es gelang ihm so, $n_1 = n$ zu machen. Die erste Schwierigkeit lässt sich jedoch dadurch herabmindern, dass man den Kreisstrom nicht in sich selbst schliesst, sondern zu einem Multiplikator fortleitet, in welchem dann die Bussole abgelenkt wird. Theoretisch steht dieser Anordnung nichts entgegen, da der Widerstand des Induktors in der Endformel nicht mehr enthalten ist.

Hierdurch werden wir nun in natürlichem Fortgange zu den beiden Beobachtungsmethoden mittels des Erdinduktors geführt, die *Weber* erst in späteren Jahren veröffentlicht hat, und die nach den im Anfang dieser Arbeit gemachten Angaben von grosser Tragweite geworden sind; ich meine die Multiplikations- und Reflexionsmethode. Da jedoch die Theorie dieser Methoden mit der Theorie des Erdinduktors unmittelbar nichts zu thun hat, sondern lediglich von der Vervollkommnung der Theorie des Multiplikators abhängt, so muss ich auf eine Wiedergabe derselben verzichten. Statt dessen werde ich gerade im Anschluss an die Besprechung dieser Beobachtungsmethoden den Erdinduktor genauer als oben beschreiben, sowie auch die wichtigsten Angaben über seine Handhabung und Justierung anfügen.

Der Hauptsache nach besteht *Weber*'s Erdinduktor, wie die beigefügte Skizze eines solchen zeigt, aus einer stark gebauten Rolle, auf welche dicker Kupferdraht in vielen Windungen aufgewickelt ist. Die Drahtrolle kann um eine in einem starken Messingfuss eingelagerte Achse gedreht werden, welche auf drei Stellschrauben vertikal steht, jedoch durch Ueberlegen des Instruments auf drei seitlich angebrachte Stellschrauben in eine horizontale Lage gebracht werden kann. Die Enden des Drahtes vom Erdinduktor stehen mit zwei Klemmen in leitender Verbindung, und von diesen aus wird der erzeugte Induktionsstrom nach einem Galvanometer mit mässiger Dämpfung geleitet.



Dreht man von einer der beiden erforderlichen Stellungen der Drehachsen und der Ebenen der Windungen aus die Induktionsrolle um 180° herum, was durch die Anschläge geregelt wird, so treibt der dadurch erzeugte Induktionsstoss die Galvanometernadel aus ihrer Gleichgewichtslage. Dieser Ausschlag, dessen Verlauf man mittels Spiegel und Skalenfernrohr beobachtet, erreicht eine gewisse Grösse; dann kehrt die Nadel um und erhält, indem man in dem Moment, in welchem sie die Ruhelage passiert, den Erdinduktor wieder um 180° zurückdreht, einen neuen Induktionsstoss, der, da er entgegengesetzt gerichtet ist, die Schwingungsweite der Nadel ver-

grössert. Wird dieses Umwenden des Erdinduktors um je 180° bei jeder Passage der Nadel durch die Gleichgewichtslage ausgeführt, so erreichen die Ausschläge der Nadel unter dem Einflusse der Dämpfung einen bestimmten Maximalbetrag, der zur Messung der Intensität der Induktionsströme dient. Diese Beobachtungsmethode wird die Multiplikationsmethode genannt. Davon ist die Reflexionsmethode nicht sehr verschieden.

Bei dieser Methode, welche zugleich das Dämpfungsverhältnis der Nadel liefert, erteilt man zunächst der Nadel durch Umwenden des Erdinduktors einen Stoss, lässt dieselbe sodann hinaus-, zurück-, nach der entgegengesetzten Seite hinaus- und wieder zurückschwingen. In dem Augenblicke, in welchem alsdann die Gleichgewichtslage passiert wird, erteilt man der Nadel erst den zweiten Stoss in entgegengesetzter Richtung wie den ersten. Da jedoch die Nadel infolge der Dämpfung an Geschwindigkeit eingebüsst hat, so wird sie dadurch zurückgeworfen und, nachdem sie abermals zweimal umgekehrt ist, wird sie bei der nächsten Erreichung der Gleichgewichtslage wieder zurückgeworfen u. s. w. Schliesslich nehmen die Ausschläge der Nadel konstante Werte an, aus denen man nach der von *Chwolson* und besonders nach der noch genauer von *Schering* entwickelten Theorie des Multiplikators die Inklination ermitteln kann.

Zum Schlusse der vorliegenden Arbeit habe ich noch kurz auf die wichtigsten Justierungen hinzuweisen, welche vor der Benutzung des Erdinduktors notwendig sind. *H. Wild* hat in seiner Arbeit in den *Memoiren der Petersburger Akademie* auf die hohe Bedeutsamkeit einer guten Justierung bei den diesbezüglichen genauen und wichtigen Messungen aufmerksam gemacht und die Einstellung und Korrektion der einzelnen Apparatteile höchst eingehend beschrieben. — Vor allem ist es notwendig, die Lage der Windungsebenen zu bestimmen; es geschieht dies dadurch, dass man vor der Induktionsrolle die mit Spiegel versehene Magnetnadel an einem durch Belastungsgewicht austordierten Kokonfaden aufhängt und so das ganze Instrument als Galvanometer montiert. Vor allen Dingen hat man die lotrechte Achse mit Hilfe einer Schiene und einer Libelle und einer entsprechenden Korrektur an den Stellschrauben in eine vertikale Lage zu bringen. Die nächst wichtige Justierung, welche die genau senkrechte Einstellung der Windungsebenen der Rolle zum magnetischen Meridiane bezweckt, wird dadurch bewirkt, dass man aus einem galvanischen Element bei den beiden Leitungsklemmen durch die Induktionsrolle unter Einschaltung irgend eines Schlittenwiderstandes einen Strom leitet und bei zunehmender Stromintensität die etwaige Ablenkung der Magnetnadel durch entsprechendes Drehen des Erdinduktors aufhebt. Sodann hat man nach dem Umlegen des Erdinduktors auf die drei seitlichen Stellschrauben entsprechende Korrektionen für die horizontale Lage der Drehungsachse und deren Einstellung in den magnetischen Meridian auszuführen. Auch ist zu untersuchen, ob der Induktor sich von dem einen bis zum zweiten Anschlag wirklich um 180° dreht. Sind diese vorbereitenden Versuche, die zeitweise zur Kontrolle des Apparates zu wiederholen sind, genau gemacht, so kann man das Instrument in der oben beschriebenen Weise zum Messen der magnetischen Inklination nach den verschiedenen von *Wilhelm Weber* angegebenen Beobachtungsmethoden verwenden.

Flugspiele.

Von *Karl Steffen*, Röhrsdorf bei Hainspach, Deutschböhmen.

Zur Rechtfertigung und gleichzeitig Klarlegung dessen, was ich unter dem neu klingenden Namen „Flugspiel“ bezeichne, muss ich vorausschicken, dass dieser Ausdruck nicht nur als der eigensprachliche, sondern auch als der viel bezeichnendere Ausdruck für dasjenige gelten soll, was der Deutsche unter Sport zu verstehen liebt.

„Was gelten soll, muss wirken und muss dienen!“

Dieses Wort finden wir als Leitspruch in *Moedebeck*'s Taschenbuch für Flugtechniker, dieses Wort charakterisiert jedes praktische Streben; möchte man endlich Ernst damit machen, und in wenigen Jahren erschliesst sich der Technik ein neues Gebiet der Thätigkeit, wie ich es mir gar nicht grossartiger denken kann.

Soll das geschehen, dann muss die Technik vorerst die Richtung des persönlichen Kunstfluges mit verbesserten Apparaten pflegen, d. i. diejenige Richtung, welche heute schon mehr geleistet hat als man denkt; ja diese Richtung ist überhaupt nicht zu umgehen, wenn noch weitere Fortschritte gemacht werden sollen.

Mit der Thatsache, dass ein Mensch persönlich eine Strecke im Luftraume sich bewegen kann, ist der Weg für alle weiteren Versuche gewiesen; auch alle Messungen sind auf diesem Wege allein richtig zu machen, weil hier wirklich flugmässige Verhältnisse vorliegen, und weil jeder Versuch gleichzeitig den möglichen Erfolg in sich schliesst.

Lilienthal[1]) sagt übrigens:

„Man könnte ja die elementaren Luftwiderstandsversuche noch viel weiter ausdehnen; man könnte noch viel mehr in die Einzelheiten der Flügelwölbungen und Flügelformen bei diesen Experimenten eingehen; man könnte elementare Versuche über den *Flügelschlag beim Vorwärtsfliegen* machen und die hebenden und tragenden Kräfte messen. Je weiter man aber in diese Einzelfragen eindringt, desto komplizierter werden die Apparate, desto umständlicher werden die Versuche. Es ist schliesslich wirklich einfacher und wohlfeiler, man macht sich einen Flugapparat, setzt sich hinein und sieht, wie weit man damit kommt. Geht es auch nicht gleich horizontal durch die Luft, nun, dann geht es eben schräg abwärts. In dieser Weise geflogen, ist immer noch besser, als gar nicht geflogen.“

Der einzig praktische und unfehlbare Weg war ferner der *Lilienthal*'sche, weil er jede Kombination sofort und ohne viel Kosten an seinem einfachen System anbringen und unzähligemal erproben konnte.

Dabei stellten sich neue Beobachtungen heraus, auf welche ein Flugkünstler auf der Erde ebenso wenig gekommen wäre, wie ein Schwimmer auf dem Lande auf das Schwimmen; so ergänzten sich Versuch und Beobachtungen, Kombination, abermaliger Versuch und Beobachtung zu einer sicher fortschreitenden Kette von Fortschritten, bis schliesslich dieses geschickte Heranplänkeln eines Tages zum sicheren Sturm auf die Feste geführt hätte, wenn nicht der fatale Motor dareingepatzt hätte.

Wenn ein Faden reisst, so knüpft man nicht bei der Zerreissstelle, sondern am guten Ende an; das hätte sich *Stenzel* zu sagen gehabt, als er die Motorversuche *Lilienthal*'s fortsetzte und dabei das wichtigste, das „Mitfliegen“ aufgab.

Weg mit dem Motor, welcher den schon errungenen Segelflug vom Flecke weg störte, und versuchen, ob der Flügelschlag nicht dennoch ohne Motor ginge!

Es war eine bessere Flügelantriebsübersetzung, eine richtigere Körperlage zu wählen; Befreiung der Beine von der Balanzierthätigkeit und Anwendung richtiger Stabilitätsbedingungen: „Mechanische Verschiebbarkeit des Flügels, gleichlaufend mit dem Flügelschlage“ waren ein zweites Erfordernis.

Die Hände waren frei zu machen und das Fluggestelle so zu gestalten, dass im Notfalle ein Vor- und Zurückschieben des Körpers, wie auf den Holmen eines Barrens, möglich war.

Die Flügel waren in einer selbstthätigen Spannlage auszubalanzieren, damit sie sich selbstthätig in einer gewissen Normalschwebelage erhalten konnten und das Bestreben hatten, jeder unwillkürlichen Störung dieser Lage ein elastisches Gegengewicht entgegenzustellen.

Die Beine waren für die Bethätigung des mit den Flügeln ausbalanzierten, schwingenden Antriebshebels zu verwenden und hatten nicht in der Fallrichtung zu wirken, sondern mehr in der Flugrichtung, weil die Erschütterungen des Antriebes in dieser Richtung nicht so schädlich wirken.

Nimmt man dazu die gänzlich neuen Gesichtspunkte für die

[1]) Man wird diesem Forscher gewiss nicht den Vorwurf machen können, dass seine Arbeiten der elementaren Bearbeitung entbehrten.

Beurteilung der Flugarbeit, die uns die Spannungswirkungen des Flugmittels an die Hand geben, so wird man getrost die anfängliche Mehranstrengung mit in den Kauf nehmen, lehrt sie uns doch, dass die Flugarbeit alsbald auf ein Minimum sinkt, wenn der schwungvolle Segelvortrieb mit ausgenutzt wird.

Dass dies alles *Lilienthal* nicht konnte, wird jedermann begreifen, der *Lilienthal*'s unbequeme Körperlage, Handgriffe zur Flügelbewegung bei so ungünstigen Hebelverhältnissen, kennt.

Sicherheitsvorrichtungen sind ausgeschlossen, weil sie die Aufmerksamkeit des Fliegenden zerstreuen, und überdies an der flugmässigen Entfaltung der rapiden Bewegung hindern.

Unter diesen Verhältnissen war *Lilienthal* mit dem Oberkörper an einen bestimmten Punkt zwischen den „kippenden“ und „bäumenden“ Flügeln gebunden, nur die pendelnden Beine waren frei zur Balanzierthätigkeit.

Lilienthal war daher gar nicht in der Lage, die richtige Lage seines Körperschwerpunktes auszuprobieren; es wirkte im ganzen Verlaufe der Segelbahn ein vorn niederdrückendes Drehmoment; ein Aufrichten der Vorderkanten der Flügel war nur so lange möglich, als die Beine noch nicht den Boden verlassen hatten; während des Fluges mussten die Kanten zunehmend niedergedrückt werden, um so mehr, als ja der Unterarm mit seinem kurzen Hebel vom Auflagepunkte (Ellenbogen) bis zum Angriffspunkte (Hände) gar nicht die Kraft hatte, die Flächenkanten dauernd aufzurichten.

Ein geringes Zurückrücken des Körpers mittels der freien Hände an holmartigen Teilen des Gestelles hätte dieses Manöver erleichtern müssen; gleichzeitig konnten einzelne kurze Stösse mit den Beinen am schwingenden Antriebshebel die Flügelschläge einsetzen, so lange noch die volle Segelwucht vorhanden war.

Diese Momente konnte man mit dem elastisch ausbalanzierten und daher gefühlvollen System leicht abfühlen, und immer nur dann benutzen, wenn das ganze System in der richtigen ruhigen Verfassung war.

Die Motorthätigkeit lässt sich solch subtilen Verhältnissen nicht anpassen; der Motor kommt zu früh oder zu spät, oder, dieweil man die Aufmerksamkeit der Regulierung des Motors schenkt, gehen die günstigen Momente blitzschnell vorüber.

Ein Versäumnis, ein Vergessen, und die Verwirrung ist fertig, das eine hat ein anderes zur Folge, die Katastrophe wird unausbleiblich.

Will man also Flügelschläge machen, so müssen diese in der unmittelbaren Gewalt des Fliegers sein.

Man hatte endlich noch weiter zu gehen: in der feineren Auswahl des Baumaterials, alles zu thun, um die Starrheit der Rippen des Flügels und die Schwere der Gerüstteile herabzusetzen.

Eschenholzstäbe aus dem Stamm gespalten, ähnlich den Peitschenstielen, sind das vorzüglichste Rippenmaterial, wenn sie konisch verlaufend hergestellt werden.

Die Fassung hat nur an den vorderen Armteilen zu geschehen, Querspannungen innerhalb der Fläche, z. B. durch Drahtzüge wie bei *Lilienthal*, sind zu vermeiden, weil diese die Starrheit der Fläche verursachen.

Die Rippen haben ganz frei nach rückwärts auszustrahlen.

Die Fahnen der Rippen können durch schwache Bandfederstücke (Blanchetts), welche quer durch die Stäbe gesteckt werden, und deren Enden mittels eines schwachen Drahtes verspannt werden, hergestellt werden; dieses Gerippe wird mit leichtem Stoff überspannt, und mit Kollodium oder Kautschukfirnis überstrichen.

Für die Gerüstteile werden, und zwar für das Mittelgestelle 32 mm + 1 mm Aluminium-Mannesmann-Rohre, für die Flügelarme 15 m + 1 mm Aluminiumscheiden verwendet; die Gelenke sind als ganz flache Kugellager herzustellen; die nötige Steifigkeit der Arme durch ein Sprengsystem zu erwirken.

Die Armstellung ist das wesentlichste am System; ohne richtige Kombination derselben gibt es keine Flügelwirkung; dieselbe ist so verwickelt, dass sie die vollkommenste Kenntnis der Sache erheischt.

Ferner genügt das bekannte Kreuzsteuer durchaus nicht; dasselbe wirkt wetterfahnenartig und selbstthätig; die Steuerung hat sich aber der Flügelthätigkeit anzupassen; darum wurde von mir eine regulierbare Uebersetzung der Oberarmbewegung auf die Steuerung mittels kleiner Steuerhebel notwendig erachtet; damit ist man im stande, jeder Veränderung der Flugrichtung durch die Flügel die stabilisierende Steuerwirkung (Begrenzung des Abfallwinkels) folgen zu lassen.

Das erreichbare Minimalgewicht kann heute schon und zwar mit den oben angegebenen Mitteln auf höchstens 10 kg reduziert werden, während eine Flächenentwickelung von 8 bis 10 qm (gegen 15 qm früher) vollauf genügt, wenn die Flügel als Luftspannungsgeneratoren (Schnellorgane) und nicht als Tragorgane wirken, wofür ja der natürliche Vogelflügel auch ganz augenfällig spricht.

Man sieht, eine Unzahl Gesichtspunkte ergeben sich noch für die Verbesserung und den feinen Ausbau des Kunstflugapparates; eine erdrückende Menge von Faktoren spricht für dieses System, abgesehen davon, dass es ja bis heute das einzige ist, welches einen Menschen fliegend fortgebracht, und sich dabei *in der kurzen Flugzeit* so dirigieren liess, dass willkürliche Schwenkungen, ja sogar Umkehr möglich war.

Was spricht gegen die Ausgestaltung dieses Systems?

Nichts! rein gar nichts! als die Furcht, fortgetragen zu werden ins Reich der Lüfte.

Sonderbar! Man hat früher bewiesen, dass man mit solchen Apparaten an der Erde kleben bleiben müsse — und „*keinen Meter weit*“ fliegen könne! Und *Lilienthal* war des Sieges voll, als er die damals noch prophetischen Worte[2]) im Jahre 1891 praktisch beweisen konnte, er sagte:

„Was aber mit einem solchen Apparate auch ohne Flügelschläge sicher ausgeführt werden könnte, wäre ein längerer, schwach abwärts geneigter Flug, der immerhin des Lehrreichen und Interessanten genug bieten möchte.“

Und später sagte er einmal siegesbewusst: „Was ich damals vermutete, ist jetzt zur Thatsache geworden!“

Welche Wandlungen in den Ansichten mussten vorgegangen sein, wenn *Lilienthal* so sprechen konnte, von einst und jetzt!?

Ich vermute, der traurige Tod *Lilienthal*'s war für die Schüler wieder einmal nur dazu gut, um klüger sein zu wollen als der Lehrer und Meister.

Zum Schlusse nur noch etwas über den Gedankengang, welchen *Lilienthal* sich über die Fortentwickelung der Flugfrage machte.

Immer mahnte *Lilienthal* ab vor zu tiefen Grübeleien, immer richtete er das helle Auge auf Wirklichkeit und auf Thaten.

In jedem Briefe, den er an seine Anhänger schrieb, mahnte er: „Machen Sie nach! machen Sie nach!“

Leider waren nicht viele in der glücklichen Lage, so ohne weiteres die Kosten für einen Apparat aufzubringen, obwohl *Lilienthal* die Preise für seine viele Mühe nicht zu hoch stellte.

Die Vereinsthätigkeit (Turn-, Radlervereine) hätte angeeifert werden sollen, die Flugspiele zu pflegen, und zu diesem Zwecke im Vereine Apparate anzukaufen.

Wenig glücklich war der Karlsbader Verein, der sie zu Gesundheitszwecken ausschliesslich verwenden wollte; was einmal krank ist, ist zu bequem, um zu fliegen.

Die Gesunden, Mutigen, Frohmütigen aber wahren sich ihre Gesundheit lieber auf diesem Wege.

Kurz vor seinem Todessturz aber hatte *Lilienthal* dennoch die Freude, seinen Wunsch, das „persönliche Fliegen“ allenthalben gepflegt zu sehen, der Erfüllung nahe gerückt zu sehen! Da kam der Tod und gruselnd wandte man sich ab.

Soll aber damit der Weg zur idealsten Lösung der Flugfrage unversucht verschlossen werden?

Gewiss nicht, die Erfahrungen mit anderen Systemen werden auch die berufenen technischen Kreise wieder auf die Bahn *Lilienthal*'s führen und damit wird auch einer allgemeinen Pflege der Flugspiele mit technisch vollkommenen Apparaten die Bahn geöffnet werden.

Auf dieses Ziel heute schon die Augen zu lenken, ist der Zweck vorliegender Anregung.

[2]) *Lilienthal*'s Werk: *Der Vogelflug*, S. 121.

Bücherschau.

Monographie der Zuckerrübe von *Wilhelm Herzog*, Chemiker an der Gilbacher Zuckerfabrik zu Wereling-hoven (Rheinland). Verlag von Leopold Voss in Hamburg. 1899. 165 S. Text. Preis 3 M.

Das Werkchen verfolgt den Zweck, die neuesten Forschungsresultate und Anschauungen auf dem Gebiete der Botanik und Chemie der Zuckerrübe, ihres Anbaues und die Erkrankungen derselben in übersichtlicher Form und gedrängter Kürze darzustellen, um dem Landwirt, Techniker und Chemiker, welcher mit der Zuckerindustrie zu thun bekommt, einen Ueberblick bezw. eine Grundlage für weitere Studien zu übermitteln.

Wir sind der Ansicht, dass das in gefälliger Sprache geschriebene Werkchen seinen Zweck vollkommen zu erfüllen im stande ist. *B.*

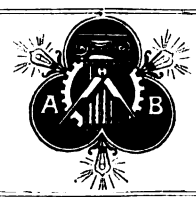
Arnold Bergsträsser Verlagsbuchhandlung (A. Kröner) Stuttgart.
Druck der Union Deutsche Verlagsgesellschaft ebendaselbst.



DINGLERS
POLYTECHNISCHES JOURNAL.

81. Jahrg., Bd. 315, Heft 37. Stuttgart, 15. September 1900.

Jährlich 52 Hefte in Quart. **Abonnementspreis** vierteljährlich 6 M., direkt franko unter Kreuzband für Deutschland und Oesterreich 6 M. 65 Pf., für das Ausland 7 M. 30 Pf. Redaktionelle Sendungen und Mitteilungen bittet man zu richten: An die Redaktion von „Dinglers Polytechn. Journal" in Stuttgart, die Expedition betreffende Schreiben an Arnold Bergsträsser Verlagsbuchhandlung (A. Kröner) Stuttgart.



Die Dampfmaschinen der Pariser Weltausstellung.

Von **Fr. Freytag**, Chemnitz.

Die zum grössten Teil in zwei, unmittelbar neben den Kesselhäusern liegenden Hallen des auf dem Marsfelde errichteten Hauptgebäudes der Ausstellung untergebrachten Dampfmaschinen geben nur teilweise ein vollständiges und übersichtliches Bild von den Fortschritten und Errungenschaften, welche der Dampfmaschinenbau im allgemeinen innerhalb der letzten 10 Jahre — seit der Pariser Weltausstellung im Jahre 1889 — zeitigte. Neben vorzüglich ausgeführten Dampfmaschinen, die in Bezug auf zweckmässige Anordnung und Formgebung der Einzelteile, Güte des Materials, Einfachheit der Steuerungen u. s. w. allen Anforderungen gerecht werden, finden sich solche, welche, wenigstens nach deutschen Begriffen, durchaus nicht die Ansprüche erfüllen, die man an moderne Dampfmaschinen zu stellen gewohnt ist. Dies gilt insbesondere für einzelne der von *französischen* Firmen zur Ausstellung gebrachten Dampfmaschinen. Auch der *belgische* Dampfmaschinenbau, welcher in Paris im Jahre 1889 und auf der späteren Antwerpener Ausstellung unübertroffen dastand, scheint seither keine entsprechenden Fortschritte gemacht zu haben.

Während beide Länder vor nicht vielen Jahren *Deutschland*, namentlich im Bau grösserer Dampfmaschinen, überlegen waren, zeigen die in Paris ausgestellten fünf deutschen Dampfmaschinen — übrigens die einzigen grösseren Dampfmaschinen, welche von Beginn der Ausstellung an tadellos arbeiten —, welche hohe Stufe der Vollendung der Dampfmaschinenbau nunmehr auch bei uns erreicht hat.

Einige französische und belgische Firmen, *Dujardin et Cie* in Lille, *Société alsacienne des constructions mécaniques* in Belfort, *Société anonyme des établissements Weyher et Richmond* in Pantin, *Société française des constructions mécaniques*, vormals *Etablissement Cail* in Paris, *Anciens ateliers de construction van den Kerchove* in Gand, *Société anonyme des ateliers de construction H. Bollinckx* in Brüssel, *Société anonyme des ateliers Carels frères* in Gand und andere haben jedoch ebenfalls Dampfmaschinen mit auf der Höhe der Zeit stehenden Leistungen geliefert.

Oesterreich ist durch eine stehende Dreifach-Expansionsmaschine von 1600 PS der Firma *F. Ringhoffer* in Prag mit Collmann-Steuerung, sowie eine liegende Verbundmaschine der *Ersten Brünner Maschinenfabriks-A.-G.* in Brünn von 1000 PS, die mit einer neuen, höchst sinnreichen Steuerung, Bauart *Lenz*, arbeitet, gut vertreten; ebenso *Ungarn* durch eine 1200pferdige liegende Verbundmaschine der *Maschinenfabrik* von *L. Láng* in Budapest. Die drei genannten Maschinen dienen, wie überhaupt die meisten grösseren Dampfmaschinen der Ausstellung, zum Betreiben zwischen oder ausserhalb der Cylinder gelagerter Dynamos.

Der *schweizerische* Dampfmaschinenbau bewährt seinen guten Ruf aufs beste.

Die liegende viercylindrige Dreifach-Expansionsdampfmaschine von 1700 PS der *Gebrüder Sulzer* in Winterthur mit bekannter Sulzer-Steuerung, sowie eine liegende Tandemmaschine von 700 PS mit neuerer Steuerung und zwei stehende Dampfmaschinen von 400 und 30 PS mit Dreh- schieber- bezw. Kolbenschiebersteuerung derselben Firma stehen hinsichtlich der Konstruktion und Ausführung als mustergültig da. Dasselbe gilt von der von *Escher, Wyss und Co.* in Zürich ausgestellten liegenden Tandemverbundmaschine von 1000 bis 1200 PS mit Drehschiebersteuerung und der stehenden Dreifach-Expansionsmaschine dieser Firma von 300 PS. Auch die von *Mertz* in Basel gelieferten stehenden Schnellläufer, welche bei kleinster Inanspruchnahme des Ausstellungsraumes mit 300 bis 350 minutlichen Umdrehungen 360 bezw. 125 PS leisten, sind vorzüglich ausgeführt.

Aus *Italien* hat die Firma *Franco Tosi* in Legnano sehr gute Maschinen und zwar eine liegende viercylindrige Dreifach-Expansionsmaschine von 1200 PS und eine stehende Vierfach-Expansionsmaschine von 700 PS mit fünffacher Lagerung der gekröpften Kurbelwelle geliefert.

Russland ist durch eine liegende Dreifach-Expansionsmaschine von 300 PS der Maschinenfabrik *Gebrüder Bromley* in Moskau vertreten, deren Bauausführung zu loben ist.

Die von der *niederländischen* Firma *Gebr. Stork und Co.* in Hengelo ausgestellte liegende Verbundmaschine von 600 PS zeigt gute Verhältnisse der Einzelteile.

Von *englischen* Firmen, welche bemerkenswerte Leistungen vorführen, sind *Robey and Co.* in Lincoln, *Ruston, Proctor and Co.* ebendaselbst, *Tangyes, Limited* in Birmingham und *Galloways, Limited* in Manchester anzuführen. Einige englische Dampfmaschinen fallen durch plumpe und veraltete Konstruktionen auf. Nordamerika, Spanien, Norwegen und Schweden haben vorzugsweise nur kleinere Dampfmaschinen zur Ausstellung gebracht.

Kehren wir zu den aus Frankreich — naturgemäss in grosser Anzahl — gelieferten Dampfmaschinen zurück, so sind folgende Firmen, welche grössere Maschinen — über 300 PS — ausstellten, namhaft zu machen:

R. Buffaud et T. Robatel in Lyon (Dampfmaschinen verschiedener Grösse von 1 bis 500 PS), *Biétrix, Leflaive, Nicolet et Cie.* in Saint-Etienne (Dampfmaschine von 350 PS, Bauart *Collmann*), *Compagnie de Fives-Lille pour constructions mécaniques et entreprises* in Paris (liegende Verbunddampfmaschine von 1200 PS), *Crépelle et Garand* in Lille (Verbundmaschine von 1200 PS), *Delaunay-Belleville et Cie.* in Saint-Denis (stehende schnelllaufende Dreifach-Expansionsdampfmaschine von 1250 PS), *Dujardin et Cie.* in Lille (Dreifach-Expansionsmaschine von 1700 PS, Tandemmaschine von 850 PS, Verbundmaschine von 1200 PS und Eincylindermaschine von 300 PS), *D. Farcot et A. Farcot* in Saint-Ouen (liegende Eincylindermaschine von 1300 bis 1700 PS mit Farcot-Steuerung), *Piguet et Cie.* in Lyon (liegende Eincylindermaschine von 1000 PS), *Société alsacienne des constructions mécaniques* in Paris (stehende Maschine von 1200 PS und liegende Maschine von 300 PS), *Société anonyme des établissements Weyher et Richemond* in Pantin (Eincylindermaschinen von 1000 und 500 PS und Verbundmaschine von 1000 PS), *Société anonyme des Hauts Fourneaux de Maubeuge* in Maubeuge (Maschine, Bauart *Hoyois*, von 500 PS), *Société Française des constructions mécaniques* in Paris (stehende Dampfmaschine, Bauart *Corliss-Reynolds*, von 1700 PS).

Nach dem Obigen sind auf der Ausstellung Eincylindermaschinen für Leistungen von 1000 bis 1700 PS anzutreffen. Derartige Maschinen werden, was Anlagekosten, Regulierfähigkeit, Bedienung u. s. w. anbelangt, die bei uns für grössere Leistungen erbauten Mehrfach-Expansionsmaschinen übertreffen, in Bezug auf Dampfverbrauch ihnen jedoch schwerlich gleichkommen.

Einige Steuerungen zeigen überaus komplizierte Bewegungsmechanismen; dieselben liegen in einzelnen Fällen auch verhältnismässig weit vom Cylinder entfernt.

Es dürfte fraglich erscheinen, ob derartige mit zahlreichen Hebeln, Federn, Klinken u. s. w. ausgerüstete Steuerungen ein sicheres Arbeiten der Maschine für die Dauer gewährleisten.

Die bereits erwähnten fünf deutschen Dampfmaschinen, die zusammen 8000 PS leisten, sind von *A. Borsig* in Berlin und der *Vereinigten Maschinenfabrik Augsburg* und *Maschinenbaugesellschaft Nürnberg A.-G.* zur Ausstellung gebracht.

Die erstgenannte Firma lieferte eine stehende Dreifach-Expansionsmaschine von 2000 PS mit auslösender Collmann-Steuerung, die durch ihre gewaltigen Abmessungen Aufsehen erregt, letztere eine stehende Dreifach-Expansionsmaschine von 2000 PS, eine stehende Verbundmaschine von 1500 PS, eine ebensolche Maschine von 500 PS und eine liegende Dreifach-Expansionsmaschine von 2000 PS.

Auch die von *R. Wolf* in Magdeburg-Buckau und *Lanz* in Mannheim ausgestellten, vorzüglich durchgebildeten Lokomobilen sind hier anzuführen.

Nicht unerwähnt dürfen schliesslich die für Leistungen bis zu 300 PS von *de Laval* in Stockholm, *Hult frères* ebendaselbst und *C. A. Parson* in London ausgestellten *Dampfturbinen* bleiben.

In dem Nachstehenden sollen die ausgestellten Dampfmaschinen, soweit genügendes Material über dieselben erlangt werden konnte, eingehenderer Besprechung unterzogen werden.

Für die zu diesem Zweck seitens der betreffenden Firmen bereitwilligst zur Verfügung gestellten Unterlagen gestattet sich der Berichterstatter verbindlichsten Dank auszusprechen.

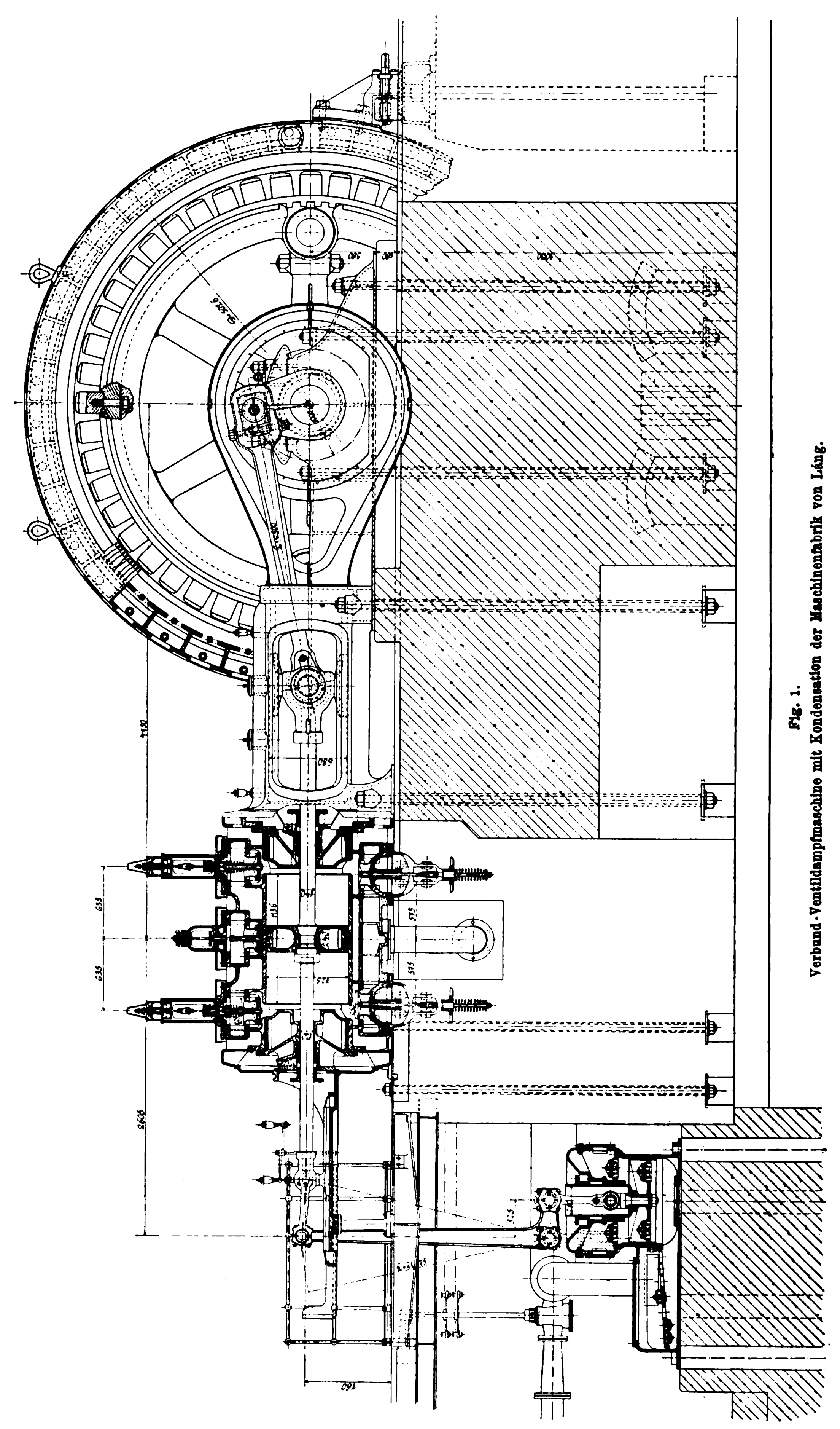


Fig. 1. Verbund-Ventildampfmaschine mit Kondensation der Maschinenfabrik von Láng.

Die vorzüglich ausgeführte, mit einer Dynamo gekuppelte liegende Verbund-Ventildampfmaschine mit Kon-

densation von 1200 PS_i der *Maschinenfabrik* von *L. Láng* in Budapest zeigen Fig. 1 bis 3.

Fig. 2. Verbund-Ventildampfmaschine mit Kondensation der Maschinenfabrik von Láng.

Die Maschine ist mit nebeneinander angeordneten Hochdruck- und Niederdruckcylindern ausgeführt, die auf eine gemeinschaftliche Kurbelwelle arbeiten. Die Kurbeln sind auf der Welle mit 90° Versetzung warm aufgezogen.

Der Hochdruckcylinder hat 725 mm, der Niederdruckcylinder 1150 mm Bohrung; der Kolbenhub beträgt 1000 mm, die normale Tourenzahl der Maschine 125 in der Minute. Sie leistet bei 9 at Eintrittsspannung und 14facher Expansion 1200 PS_i. Der Rahmen der Maschine liegt mit seinem bajonettförmig gehaltenen Teile auf dem Fundament auf; die gebohrte Kreuzkopfführung hat hinten einen Fuss. Mit dem Rahmen ist zentrisch ein die Kurbel und Schubstange umhüllender gusseiserner Oelfang verbunden, der behufs Zugänglichkeit des Schubstangenkopfes mit einer seitlichen Oeffnung versehen ist.

Die Schubstangenköpfe sind beiderseits geschlossen; in dem aus Stahlguss hergestellten, flaschenförmig gestalteten Kreuzkopf ist der zugehörige Zapfen befestigt.

Beide Cylinder sind mit Dampfmänteln zusammengegossen, diese werden von dem Arbeitsdampf des betreffenden Cylinders geheizt. Die Einlass- und Auslassventile des Hochdruckcylinders, wie auch die Einlassventile des Niederdruckcylinders sind zweisitzig, die Auslassventile des letzteren dagegen viersitzig ausgeführt.

Die Einlassventile des Hoch- und Niederdruckcylinders sind mit Oelkatarakten nach dem neuen Patent von *Collmann* (D. R. P. Nr. 84548) versehen.

Die zum Antrieb der äusseren Steuerung dienende Welle ruht in Konsollagern des Cylinders und des Rahmens; sie wird durch konische Räder mit gehobelten Zähnen, die von einer gusseisernen Verschalung umgeben sind und im Oelbad laufen, von der Kurbelwelle aus angetrieben.

Die Einströmventile werden durch Exzenter der Steuerwelle in der nachstehend beschriebenen Weise bethätigt. Die Stange jedes Exzenters *a* (Fig. 3) der Steuerwelle endet in einer Gabel, die mit dem Führungshebel *v* durch einen Bolzen *b* gelenkig verbunden ist, um welchen sich auch die Klinke *k* dreht; diese hebt bei ihrer Abwärtsbewegung mittels des Doppelhebels *e* das Einströmventil so lange, bis ihr unteres Ende mit dem vom Regulator eingestellten Daumen b_1 in Berührung kommt, worauf das Auslösen der Klinke und damit das Schliessen des Ventils in der bereits 1896 **301** * 8 erläuterten Weise erfolgt.

mit der Rolle statt und das Ventil bleibt geschlossen. Dasselbe beginnt sich zu öffnen, sobald der Daumen nach aussen schwingt und mit der Rolle in Berührung kommt; es bleibt dann geöffnet, bis der Daumen in seine Innenlage zurückgelangt ist.

Die schliessende Bewegung des Ventils ist von der Form der Rollbahn des Daumens abhängig.

Der direkt auf der Steuerwelle befestigte Federregulator ist, wie Fig. 2 zeigt, mit Pendeln ausgerüstet, die um leicht schmierbare Bolzen des Regulatorgehäuses schwingen und den durch die Zentrifugalkraft erzeugten Druck

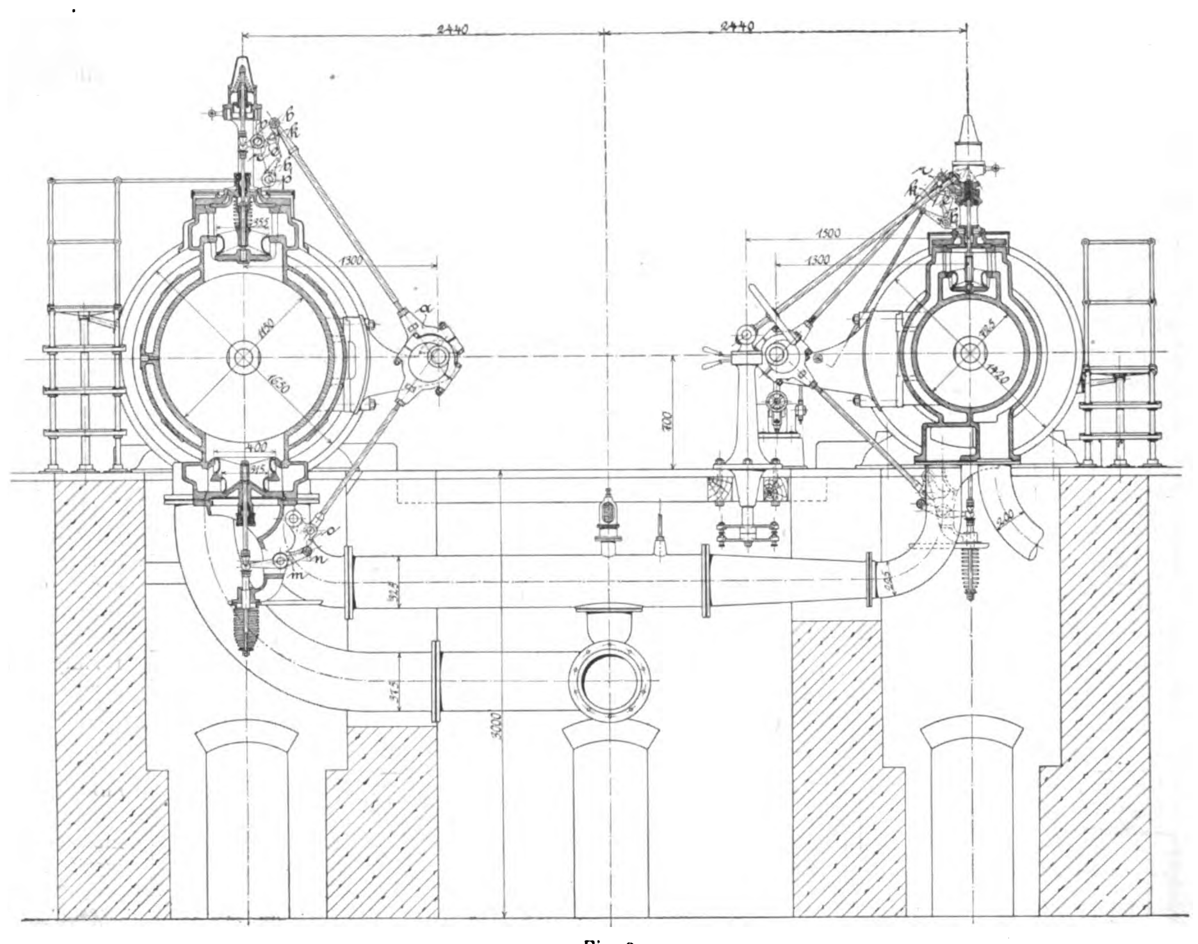


Fig. 3.

Verbund-Ventildampfmaschine mit Kondensation der Maschinenfabrik von Láng.

Die Bewegung des Ventils lässt sich aus dem Ventilerhebungsdiagramm (Fig. 4) erkennen.

Die Linie *s s* stellt den Hub der Maschine, die Linie *c c c* . . . die Kurve der Ventilerhebungen dar; die Punkte *c c* . . . entsprechen dem Zeitpunkte des Auslösens der Klinke *k*. Die Linien *m m* . . . geben die Bewegung des Ventils an. Dieselbe geht nach erfolgtem Auslösen rasch, am Ende aber sanft vor sich. Auch das Anheben des Ventils erfolgt mit geringer Geschwindigkeit. Die Daumen *b* (Fig. 3) jedes Einströmventils sitzen auf einer gemeinschaftlichen Welle *p*; sie werden vom Regulator bei kleiner Füllung nach aussen, bei grösseren Füllungen nach innen verdreht, wodurch die Klinke früher oder später ausgelöst wird.

Die sich berührenden Flächen der Klinke *k* und des Hebels *e* sind leicht auswechselbar aus Stahl hergestellt. Das Einschnappen der Klinke erfolgt geräuschlos mittels einer gegenliegenden Feder *r*. Beim Niederdruckcylinder werden die Daumen b_1 von Hand eingestellt.

Die Ausströmventile werden von besonderen Exzentern gesteuert; dieselben sind derart auf der Steuerwelle befestigt, dass sich, infolge Verdrehung der Exzenterscheibe bezw. Längenveränderung der Exzenterstange Kompression und Vorausströmung des Dampfes verändern lassen.

Der Hebel *m* jedes Ausströmventils trägt eine gehärtete Rolle *n*, die auf der unteren Fläche des Daumens *o* rollt. Bei der tiefsten Lage desselben findet keine Berührung

mittels Schneiden auf eine Schraubenfeder von rechteckigem Querschnitt übertragen. Die Bewegungen der Regulatorhülse werden durch Hebel und Verbindungsstange der in Ansätzen der Ventildeckel des Hochdruckcylinders geführten Stange *p* (Fig. 3) mitgeteilt. Das Einstellen der Steuerung geschieht mit Hilfe einer auf der Steuerwelle befestigten Teilscheibe, welche mittels eines festen Zeigers das Ablesen der jeweiligen, der betreffenden Stellung der Steuerwelle entsprechenden Kolbenwege gestattet.

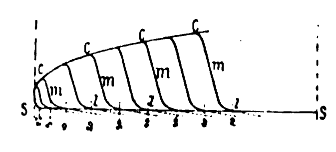


Fig. 4.

Ventilerhebungsdiagramm.

Um bei jeder Stellung des Regulators gleiche Füllungen auf beiden Cylinderseiten zu erhalten, sind die unteren Enden der Einströmklinken ungleich auszuführen.

Die Tourenzahl der Maschine kann durch eine im Oelkataraktgehäuse des Regulators eingebaute Zusatzfeder mittels Handrades auch während des Ganges innerhalb zulässiger Grenzen — 5 % auf- und 5 % abwärts — geändert werden, ohne dass die Stabilität des Regulators darunter leidet. Zur Schmierung der beiden Cylinder dienen an den Konsollagern der Steuerwelle befestigte, und von dieser mittels Schubstangen angetriebene Oelpumpen mit regelbarer Zuführung.

Die Stopfbüchsen der Kolbenstangen und Ventilspin-

deln sind mit Metallpackungen versehen, von denen diejenigen der Kolbenstangen auch geringe radiale Bewegungen gestatten.

Unter dem Maschinenraum liegen zwei einfach wirkende, stehende Luftpumpen, die von den durchgehenden Kolbenstangen beider Cylinder mittels Lenkstangen und

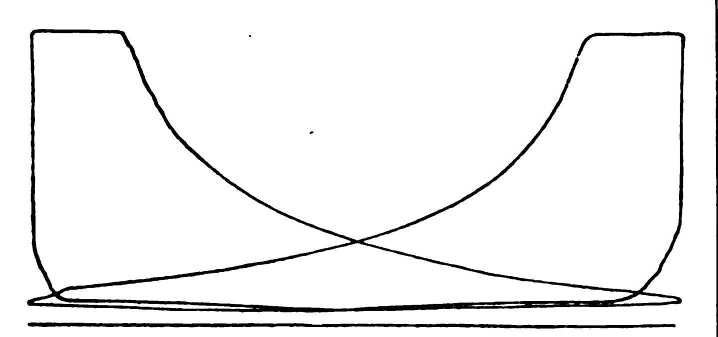


Fig. 5.
Diagramm des Hochdruckcylinders der Verbundmaschine von der Maschinenfabrik Láng.

aus Stahlguss hergestellter Winkelhebel angetrieben werden. Zu dem Zwecke sind die durchgehenden Kolbenstangen mit Schuhen versehen, die in je einer am hinteren Cylinderdeckel zentrisch angeschraubten, gehobelten Führung gleiten. Beide Luftpumpen (Fig. 1) sind mit leicht zugänglichen, metallenen Saug- und Druckventilen ausgerüstet, von denen die ersteren in einem seitlich angeordneten, mit dem Pumpenkörper aus einem Stück gegossenen Kasten untergebracht sind. Der eingeschliffene Kolben hat gleichfalls metallene Ventile.

Der an die Abdampfleitung des Niederdruckcylinders anschliessende gusseiserne Kondensator ist durch eine Zwischenwand in zwei Hälften geteilt; jede mit besonderem Einspritzrohr und Regulierhahn versehene Hälfte steht durch eine Leitung mit einer der rechts und links aufgestellten Luftpumpen in Verbindung.

Zum Anlassen und Abstellen der Maschine dient ein Doppelsitzventil am Hochdruckcylinder, dessen Bethätigung mittels Handrad und konischer Räder u. s. w. von dem in der Mitte des Hochdruckcylinders angeordneten Maschinistenstand aus erfolgt, von dem aus auch die Bewegung der beiden Einspritzhähne abgeleitet wird.

Der Antrieb der Erregermaschine geschieht von dem verlängerten Kurbelzapfen des Niederdruckcylinders mittels Schleppkurbel.

Fig. 5 und 6 zeigen die Diagramme der von der Maschinenfabrik *L. Láng* für die Káposztásmegyerer Wasserwerke in Budapest gelieferten Verbundmaschine mit neuer

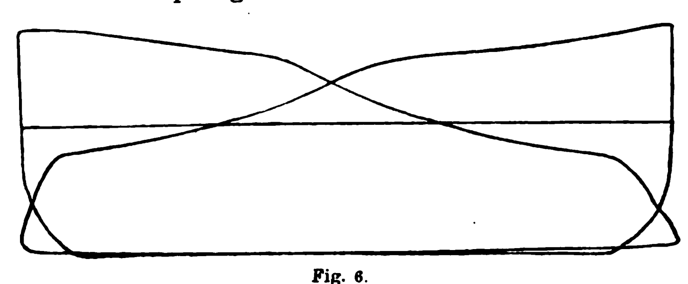


Fig. 6.
Diagramm des Niederdruckcylinders der Verbundmaschine von der Maschinenfabrik Láng.

Collmann-Steuerung von 375 bezw. 600 mm Cylinderdurchmesser und 700 mm Hub; die Maschine entwickelt mit 45 minutlichen Umdrehungen 90 PS.

Gebrüder Sulzer in Winterthur, welche den Dampfmaschinenbau seit dem Jahre 1867 in hervorragender Weise betreiben, lieferten zur Ausstellung:

1 liegende viercylindrige Dreifach-Expansionsdampfmaschine mit Ventilsteuerung von 1700 PS; 1 liegende Tandemventilmaschine von 700 PS; 1 stehende Zwillingstandemmaschine mit Drehschiebersteuerung von 400 PS und 1 stehende Eincylindermaschine mit Kolbenschiebersteuerung von 30 PS.

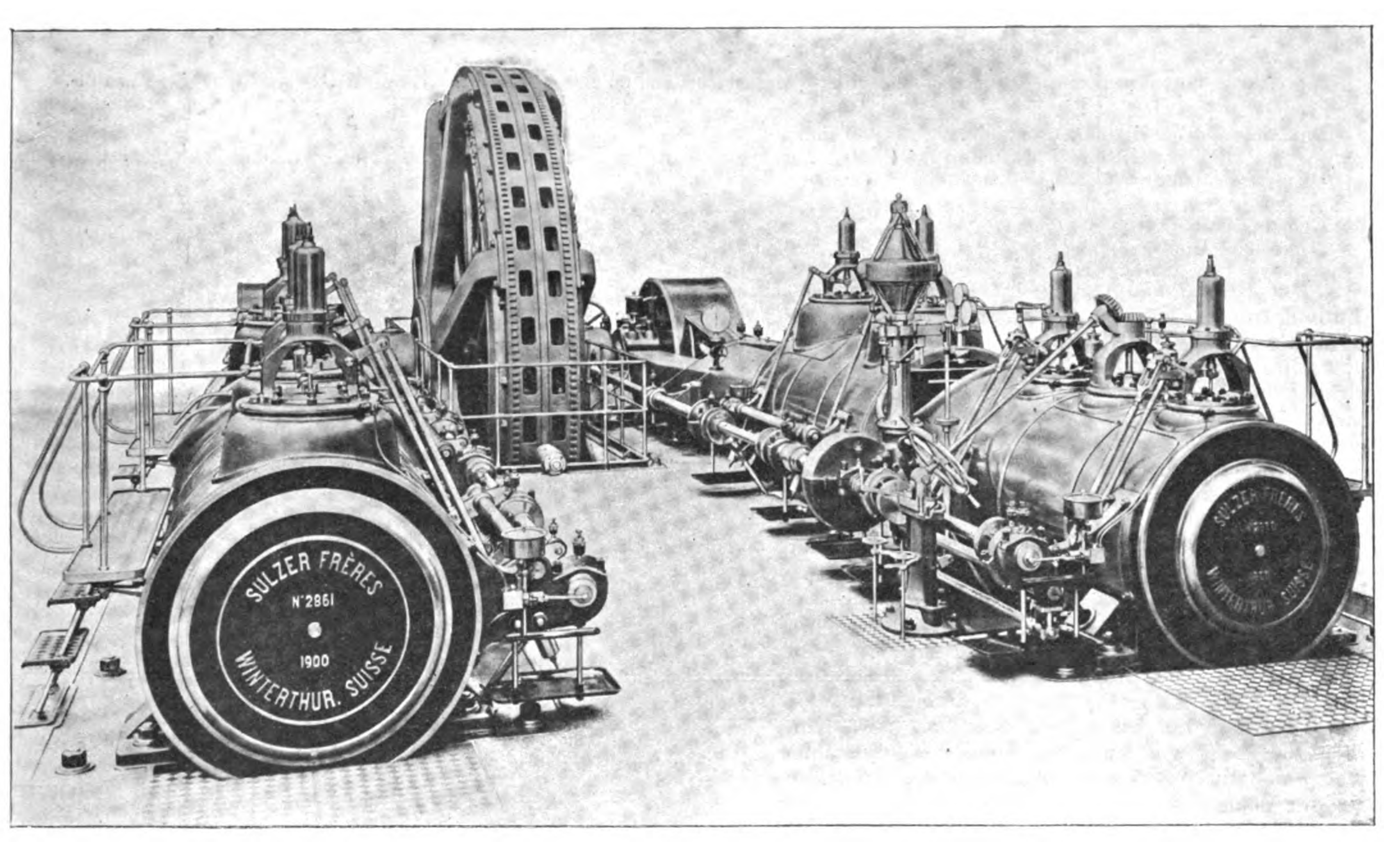


Fig. 7.
Liegende viercylindrige Dreifach-Expansionsmaschine von Gebr. Sulzer mit Schwungraddynamo für Drehstrom von Brown, Boveri und Cie.

Die Fig. 7 ersichtliche, liegende viercylindrige Dreifach-Expansionsmaschine mit Schwungraddynamo für Drehstrom der Firma *Brown, Boveri und Cie.* in Baden (Schweiz) leistet normal bei 11 at Anfangsdruck und 30 % Füllung im Hochdruckcylinder 1700 PS_i bezw. 1500 PS_e; ihre Hauptabmessungen sind folgende:



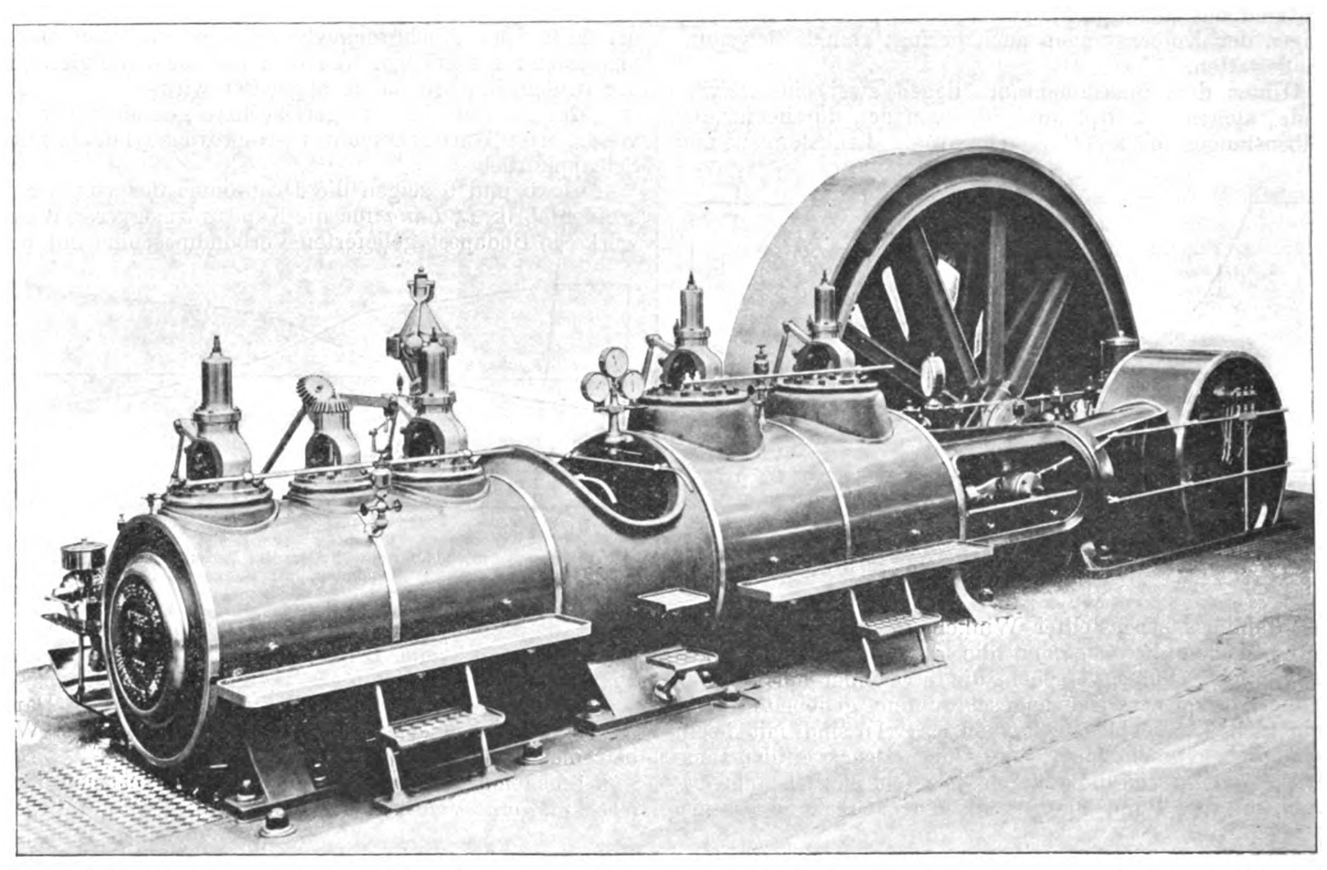


Fig. 8.
Liegende Tandemventilmaschine von Gebr. Sulzer mit Schwungraddynamo für Drehstrom der Aktiengesellschaft vorm. J. J. Rieter und Cie.

Durchmesser des Hochdruckcylinders . .	600	mm
„ „ Mitteldruckcylinders .	850	„
„ der zwei Niederdruckcylinder je	1025	„
Gemeinschaftlicher Kolbenhub	1500	„
Minutliche Umdrehungszahl	85	

Die Höchstleistungen ergeben sich bei 40 % Füllung im Hochdruckcylinder zu 1950 PS_i bezw. 1750 PS_e.

Die Bewegung der Einlassventile des Hochdruckcylinders erfolgt durch die der Firma patentierte, hinlänglich bekannte auslösende Steuerung, deren Auslöseklinke eine geschlossene, herzförmige Kurve beschreibt. Die Füllung wird durch den Regulator selbstthätig verändert. Alle anderen Cylinder haben feste, aber von Hand verstellbare Füllung; die Bewegung der Einlassventile derselben geschieht durch Daumenscheiben, ebenso die Bewegung der Auslassventile bei sämtlichen Cylindern.

Die Maschine hat zwei Niederdruckcylinder, sowie je eine Luftpumpe auf jeder Kurbelseite.

Die Ventile sind viersitzig. Infolgedessen ist der Ventilhub nur gering, so dass sich diese Konstruktion sehr gut auch für höhere Tourenzahlen und namentlich für grosse Maschinen eignet. (Derartige Ventile sind u. a. bei den stehenden und liegenden Maschinen der *Berliner Elektrizitätswerke* in Berlin von 3000 bis 4000 PS mit bestem Erfolg angewendet.)

Die liegende Tandemventilmaschine mit Schwungraddynamo für Drehstrom der Firma *Aktiengesellschaft vorm. J. J. Rieter und Cie.* in Winterthur zeigt Fig. 8.

Die Maschine hat einen Hochdruckcylinder von 525 mm und einen Niederdruckcylinder von 875 mm Durchmesser; der gemeinschaftliche Kolbenhub beträgt 1100 mm.

Mit 100 minutlichen Umdrehungen und 11 at Anfangsdruck leistet die Maschine normal bei 23 % Füllung im Hochdruckcylinder 750 PS_i bezw.

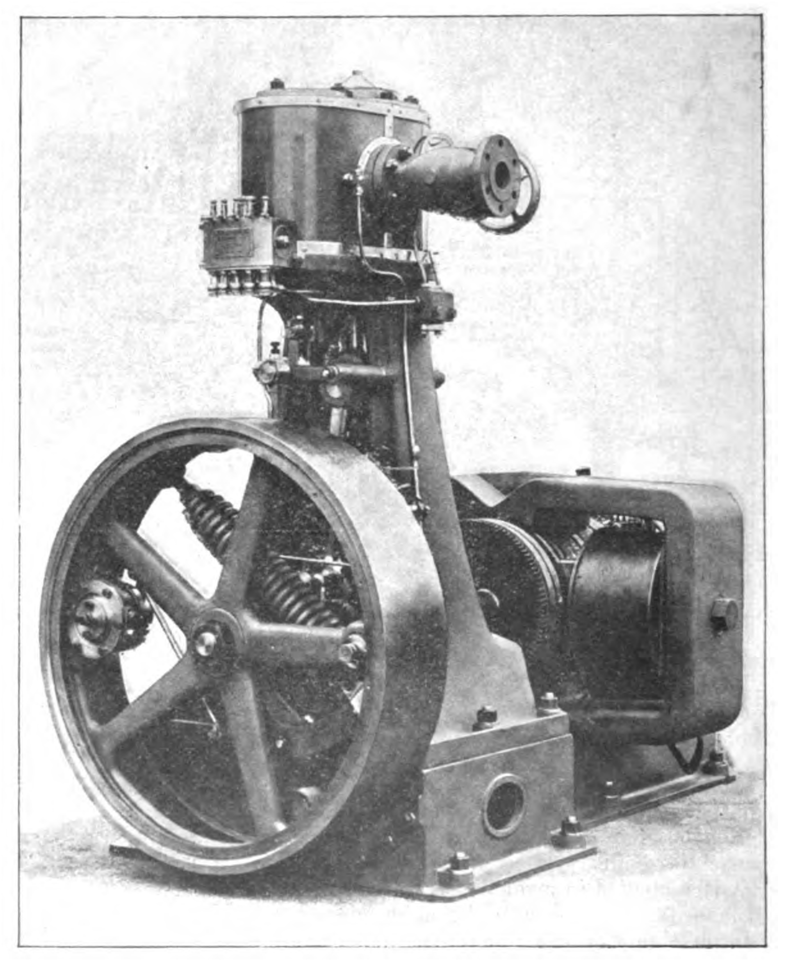


Fig. 10.
Stehende Eincylindermaschine mit Kolbenschiebersteuerung von Gebr. Sulzer.

650 PS_e, maximal bei 40 % Füllung im Hochdruckcylinder 1000 PS_i bezw. 900 PS_e. Diese Maschine, deren Ventile ebenfalls viersitzig sind, besitzt eine Steuerung nach dem neueren Patent von *Gebr. Sulzer* (D. R. P. Nr. 113311).

Bei dieser Steuerung kommen gegenüber früheren Ausführungen, Wälzhebel in Anwendung, die sich auf einer nachstellbaren Bahn abwälzen. Das äussere Hebelende ist mit dem Auslösemechanismus verbunden, der in besonderer Weise angeordnet ist, und vom Regulator in gleicher Weise wie bei der normalen Sulzer-Steuerung beeinflusst wird. Die Bewegung der Auslöseklinke erfolgt auch hier nach einer geschlossenen, herzförmigen Kurve. Zum Schliessen des Ventils ist, wie gewöhnlich, eine Spiralfeder über demselben angeordnet. Dagegen ist der Luftbuffer in die Verbindungsstange zwischen dem äusseren Wälzhebelende und dem Auslösemechanismus verlegt. Dort ist auch eine Hilfsfeder zum Schliessen des Systems angeordnet. Im Ruhezustande ist der Wälzhebel von seiner Bahn vollständig abgehoben. Wird der Mechanismus in Bewegung gesetzt, so durchläuft er zunächst einen gewissen Leerlaufweg, auf welchem der Luftkolben, schon bevor das Einlassventil überhaupt angehoben wird, die nötige Luft ansaugt. Die Eröffnung des Einlassventils beginnt erst später, und zwar im Augenblicke, wo der Wälzhebel mit seinem inneren Ende sich auf die Wälzbahn niedersetzt. Das Anheben erfolgt mit einem sehr grossen Hebelübersetzungsverhältnis, so dass auch die kleinsten Ventilhübe ganz regelmässig erzielt werden können, wobei sich selbst bei den geringsten Belastungen sehr gleichmässige Füllung und tadellose Regulierung ergeben soll.

Die Schlussbewegung des Ventils nach erfolgter Auslösung ist nicht so sehr von der Wirkung des Luftpuffers, als vielmehr vom Gesetz der Wälzbewegung, in Verbindung mit den mitwirkenden Federn und den Massen des Gestänges abhängig. Die Bremswirkung des Luftkolbens tritt in der Hauptsache erst *nach* erfolgtem Ventilschluss ein, um die noch in Bewegung befindlichen Gestängemassen alsdann auf dem Leerlaufweg zur Ruhe zu bringen. Infolge des geringen Widerstandes, den der Regulator zu überwinden hat, wird der Gang der Maschine bei allen Belastungen ein sehr gleichmässiger sein. Die Steuerung der Auslassventile ist von den gleichen Exzentern abgeleitet, die die Einlassventile bethätigen, und zwar ebenfalls mittels Wälzhebel.

Auch die Steuerung des Niederdruckcylinders ist analog gehalten, indem Einlass- und Auslassventile je durch ein Exzenter mit Wälzhebeln gesteuert sind, wobei ausserdem sowohl der Füllungsgrad wie die Kompression innerhalb der nötigen Grenzen verändert werden kann.

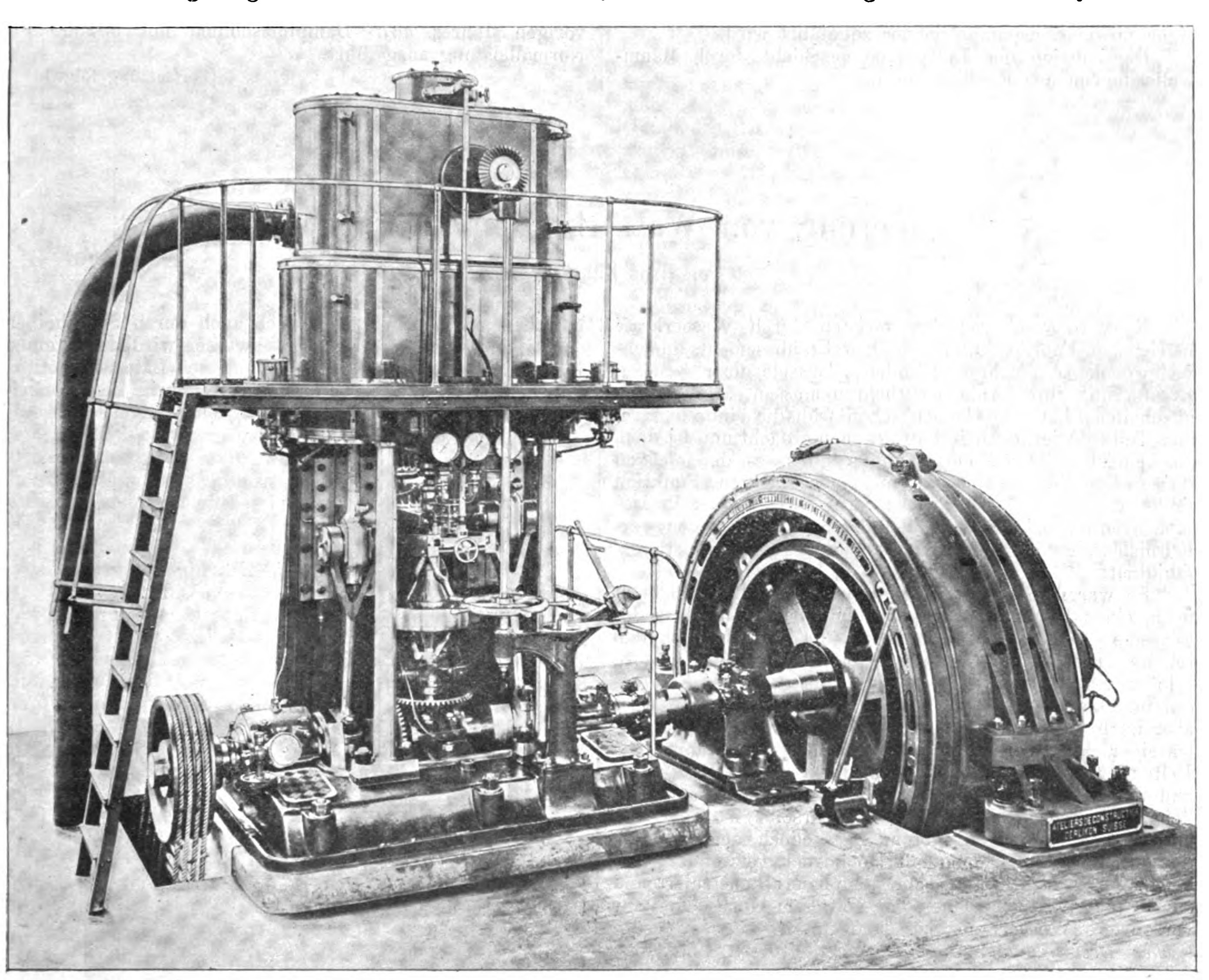


Fig. 9.
Stehende Zwillingstandemmaschine von Gebr. Sulzer mit einer Wechselstromdynamo der Maschinenfabrik Oerlikon.

Die stehende Zwillingstandemmaschine mit Drehschiebersteuerung (Fig. 9) ist mit einer Wechselstromdynamo der *Maschinenfabrik Oerlikon* in Oerlikon (Schweiz) gekuppelt; sie hat zwei Hochdruckcylinder von je 290 mm und zwei Niederdruckcylinder von je 450 mm Durchmesser für 400 mm gemeinsamen Kolbenhub. Die Maschine entwickelt mit 250 minutlichen Umdrehungen bei 11 at Anfangsdruck normal — bei 25 % Füllung in den Hochdruckcylindern — 385 PS_i bezw. 350 PS_e, maximal — bei 45 % Füllung in den Hochdruckcylindern — 515 PS_i bezw. 475 PS_e.

Mit Rücksicht auf die grosse Kolbengeschwindigkeit

von 3 bis 4 $^{m}/_{Sek.}$ sind bei dieser Maschinengattung die hin und her gehenden Massen vollständig ausgewichtet.

Durch die Anwendung eines *einzigen rotierenden Schiebers* für je zwei Cylinder (vgl. 1897 **303** * 99) ist die Anzahl der hin und her gehenden Teile erheblich herabgemindert. Das Gestell der in Fig. 10 dargestellten Maschine ist mit der Fundamentplatte in einem Stück gegossen; es gestattet eine leichte Zugänglichkeit zu den Kreuzkopfführungen. Die Kuppelung zwischen der Regulatorspindel und der Schieberstange wird selbstthätig ausgelöst, sobald am Umfange des Schiebers ein abnormaler Widerstand auftritt. Die Tourenzahl der Maschine kann während des Ganges mittels eines am Regulator angebrachten Laufgewichtes um 10 % auf- oder abwärts verstellt werden.

Alle Lager und Zapfen werden selbstthätig von einem Oelverteiler aus geschmiert, dem das filtrierte Oel mittels einer Zirkulationspumpe wieder zugeführt wird.

Der Antrieb der Luftpumpe geschieht durch Baumwollseile von der Kurbelwelle aus.

Garantieversuche, welche im Monat April 1900 mit einer Maschine obiger Grösse in der elektrischen Station Luterbach der *Aare- und Emmenkanal-Gesellschaft* in Solothurn ausgeführt wurden, sollen nach Angabe von *Gebrüder Sulzer* bei einer Leistung von 297 bis 314 PS_i mit 9,26 bis 9,03 at Anfangsdruck einen Dampfverbrauch von 7,78 bis 8,00 für 1 $^{PS_i}/_{Std.}$ ergeben haben.

Die mit einer Gleichstromdynamo zur Erregung des 1500pferdigen Generators gekuppelte stehende Eincylindermaschine mit Kolbenschiebersteuerung (Fig. 10) leistet normal 30 PS_e. Sie hat 200 mm Cylinderdurchmesser bei 200 mm Kolbenhub und läuft mit 300 Umdrehungen in der Minute.

In den Werkstätten der *Gebrüder Sulzer* in Winterthur — gegründet 1834 — und in der Filiale Ludwigshafen a. Rh. — gegründet 1881 — wurden bis Ende des vorigen Jahres 4375 Dampfmaschinen mit 504350 PS Normalleistung ausgeführt.

(Fortsetzung folgt.)

Regulierung von Wasserkraftanlagen jeder Art.

Von **Hans Kühn**, Wurzen.

Es wird wohl von den meisten durch Wasserkraft betriebenen Fabriken und sonstigen Etablissements gleichviel welcher Art sehr empfunden, dass sie einer genauen Regulierung ihrer Anlage entbehren müssen. Um diesem abzuhelfen, hat man jedoch schon früh die sinnreichsten, zum Teil schwierigsten Konstruktionen erdacht und ist doch zu keinem rechten Ziele gelangt, indem es den meisten dieser Regulierungsapparate an einer exakten Funktion fehlte und sich solche auch infolge ihres hohen Preises nicht rentierten. Anderen Regulatoren, wenn auch verhältnismässig billig zu nennen, fehlte es aber an Leistungsfähigkeit.

So war man gewohnt und thut dies wohl auch jetzt noch, einen Regulator zu verwenden, der den Zufluss des Wassers durch Heben oder Senken der Stellfalle (Schütze) regelte. Dieser sogen. Schützenregulator war aber insofern sehr unzweckmässig, als es einerseits geraumer Zeit bedurfte, ehe er voll zur Wirkung kam, andererseits ist er aber auch ungenau, so dass durch denselben kein gleichmässiger Gang der Maschinen erzielt werden kann. Bei Pelton-Rädern oder Hochdruckturbinen wendet man einen anderen Regulierungsapparat an, welcher noch eine leidliche Regulierung erzielen lässt. Derselbe ist aber der einzige noch taugliche Motor, hat jedoch den Nachteil, dass er nur für Turbinen mit Hochdruck verwendet werden kann. Auch ist er sehr kompliziert konstruiert und enorm teuer. Für Turbinen mit geringem Gefälle und für vorschwere Wasserräder ist dagegen *Schrieder's hydraulischer Bremsregulator* wegen seiner grossen Leistungsfähigkeit besonders geeignet.

Dieser Regulator, ausgeführt von der *Maschinenbau-Anstalt J. Schrieder* in Säckingen a. Rh., arbeitet derart, dass er die durch Abstellen einer oder mehrerer Arbeitsmaschinen frei gewordene Kraft solange aufnimmt, bis diese Maschinen wieder eingerückt werden. Die Folge hiervon ist, dass die Transmissionen u. s. w. stets gleichmässige Tourenzahlen zu machen gezwungen sind. Für seinen eigenen Betrieb — d. h. wenn eine Bremsung nicht stattfindet — nimmt der Apparat kaum merkliche Kraft in Anspruch (ein 25 PS Bremsregulator für Wassermotoren bis zu 50 PS geeignet, etwa 0,3 PS).

Die Konstruktion ist eine einfache. Auf dem Sockelkasten *a* (Fig. 1), der eine bestimmte Menge Seifenwasser oder Oel enthält, befindet sich ein sogen. Bremswerk *b* (Kapselpumpwerk), das durch die grosse Riemenscheibe *c* angetrieben wird. Letztere steht mit der Transmission in Verbindung; der Regulator kann aber auch ohne jeden Einfluss mit der Transmission gekuppelt oder durch Zahnräder angetrieben werden, wenn es die örtlichen Verhältnisse erheischen, schliesslich auch durch Seilscheiben angetrieben werden. Das Seifenwasser wird durch einen Kanal angesaugt, durchströmt ein offenes Laternenventil *x*, fliesst dann durch einen zweiten Kanal in den Sockelkasten zurück, macht also ständig einen Kreislauf. Auf

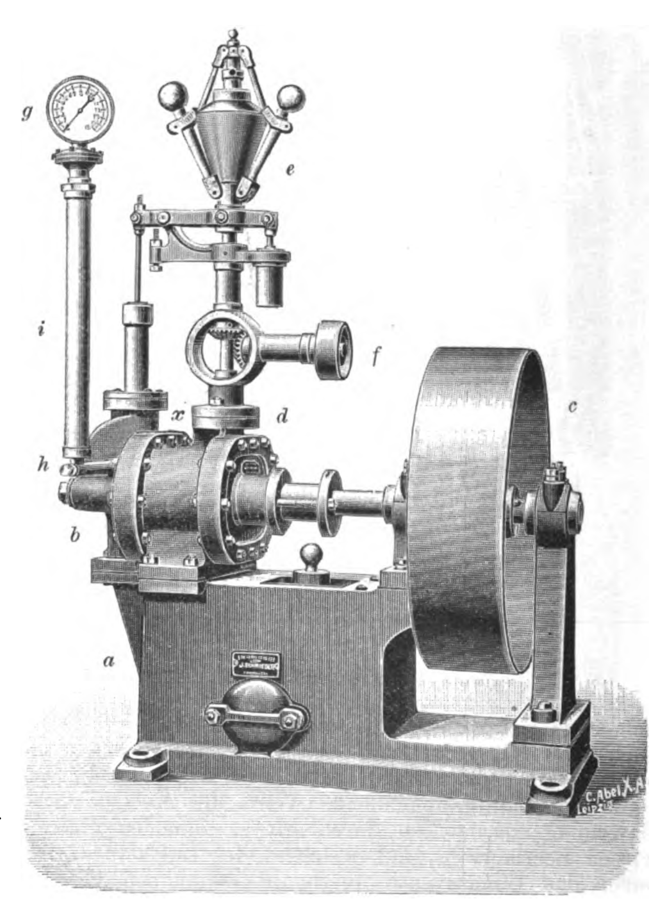


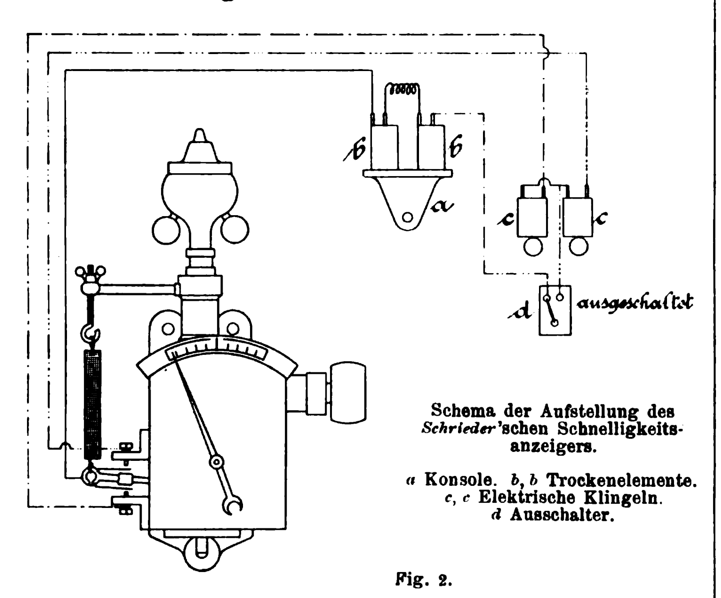
Fig. 1.

dem Stutzen *d* des Bremswerkes ist ein Schwungkugelregulator *e* befestigt, der gleichfalls von der Transmission aus angetrieben wird mittels der Riemenscheibe *f*.

Erfährt nun z. B. der Betrieb infolge Ausrückens von Maschinen oder aus sonstwelchem Grunde eine Steigerung der Tourenzahl, so wird sich das Tachometer heben und



dadurch der Querschnitt des Laternenventils verengt, so dass durch das rotierende Seifenwasser bezw. Oel eine Bremsung erzeugt wird, indem diese Flüssigkeit in ihrer Geschwindigkeit weiterzufliessen bestrebt ist, jedoch infolge des geringeren Ventilquerschnittes einen Widerstand erfährt, der gleich ist dem Ueberschuss der Turbinen- oder Wasserradleistung über die durch den Betrieb momentan



Schema der Aufstellung des *Schrieder*'schen Schnelligkeitsanzeigers.

a Konsole. *b, b* Trockenelemente. *c, c* Elektrische Klingeln. *d* Ausschalter.

Fig. 2.

geforderte Leistung. Diese Bremsung wirkt nun auf die Transmission ein und erhält die Tourenzahl auf dem Normalen. Umfangreiche Versuche haben ergeben, dass die *Schnelligkeitsschwankungen nie mehr als 1%* betragen, welcher Prozentsatz nirgends, auch nicht bei den empfindlichsten Betrieben ins Gewicht fallen kann. Es resultiert hieraus, dass diese Bremsregulatoren für alle Wasserkraftanlagen, gleichviel ob bei Webereien, Spinnereien, Mühlen, elektrische Licht- oder Kraftübertragungsanlagen u. s. w. von unschätzbarem Werte sind und kaum eine bedeutendere Verbesserung erfahren können.

Zur Kontrollierung der hydraulischen Bremsregulatoren hat die gleiche Maschinenfabrik ein sogen. Hydrometer konstruiert, der ähnlich den Manometern an Dampfkesseln ist. Derselbe besteht aus einem Anschlussrohr *h*, einem Steigrohr *i* und dem eigentlichen Hydrometer *g* und wird an dem hinteren Flanschdeckel des Bremswerkes befestigt. Hat der Regulator zu bremsen, so wird das Seifenwasser gegen eine im Hydrometer befindliche Feder drücken und der Zeiger auf der Skala eine gewisse Bremsstärke angeben. Rückt man darauf eine Arbeitsmaschine wieder ein, so wird das Hydrometer eine geringere Bremsung anzeigen. Hieraus ersieht man nun auch, welche Kraft zum Betriebe der einzelnen Arbeitsmaschinen erforderlich ist, nämlich die sich auf der Skala ergebende Differenz in Pferdekräften. Es erfüllt also das Hydrometer doppelten Zweck: einmal überzeugt es von der richtigen Funktion des Bremsregulators, zum andern gibt er aber auch die für die einzelne Maschine erforderliche Betriebskraft an.

Zum Schluss soll noch eines besonders für Mühlen von kleinerem Betriebe bewährten Apparates Erwähnung gethan werden, des sogen. „Schnelligkeitsanzeigers" (Fig. 2 und 3).

Dieser Apparat besteht aus einem Schwungkugelregulator, dessen Getriebe in einem Gehäuse befindlich ist und von der Transmission aus angetrieben wird. Mit der Welle des Regulators steht ein Gestänge in Verbindung, in das ein Kölbchen eingreift. An letzterem sitzt der Zeiger, welcher auf einer Skala die jeweilige Tourenzahl der Transmission angibt, so dass man sich jederzeit vom Gange des Betriebes überzeugen kann. Um sich aber dieses Nachsehen ersparen zu können, ist man auf den sinnreichen Gedanken gekommen, diesen Apparat mit einer elektrischen Signalvorrichtung in Verbindung zu bringen und zwar derart, dass an der einen Seite zwei Winkel, mit isolierten Schrauben versehen, angebracht sind, die dann weiter mit der Signalvorrichtung in Verbindung stehen. Macht nun beispielsweise die Transmission eine hohe Tourenzahl, so wird sich der untere Hebel, der mit zwei federnden Kontakten versehen ist, nach unten bewegen und der untere Kontakt mit der bezw. Schraube in Berührung kommen. Es macht aber nun eine z. B. dumpf tönende Glocke den Wärter darauf aufmerksam, dass der Wasserzufluss zu gross ist, während im entgegengesetzten Falle, also bei zu niedriger Tourenzahl, eine hell tönende Glocke signalisiert. Alsdann hat der Wärter nur den Zufluss des Wassers zu regulieren, um einen annähernd normalen Lauf des Betriebes herzustellen.

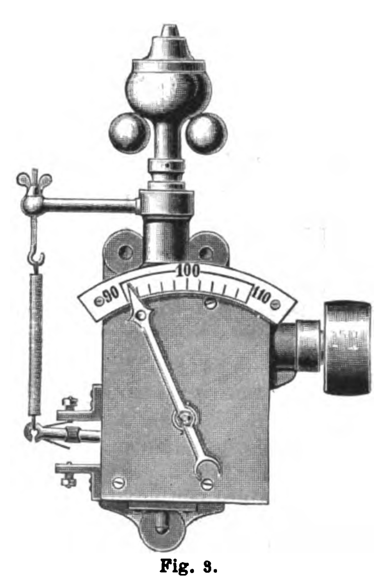


Fig. 3.

Drahtglas.

(Vgl. Bd. 298 S. 108 und Bd. 299 S. 12.)

An der Verbesserung der Verfahren zur Herstellung dieses in vieler Hinsicht wertvollen Materials ist in der letzten Zeit eifrig und mit Erfolg gearbeitet worden. Im Folgenden mögen die neuerdings bekannt gewordenen Verfahren, nach ihrer inneren Zusammengehörigkeit geordnet, kurz dargestellt, sowie einige Nachrichten über die Eigenschaften des Produktes mitgeteilt werden.

Das einfachste Verfahren bestand darin, auf eine frisch ausgewalzte Glasschicht ein Drahtgewebe aufzulegen und eine zweite Glasschicht darüber zu walzen. *Shuman* ersparte den zweiten Walzvorgang, indem er mit drei in einem Gestell vereinigten Walzen arbeitete, von denen die erste die Glasmasse einebnet, die zweite, eine Ringwalze, das Drahtgewebe bis zu geeigneter Tiefe eindrückt, die dritte die in der Glasmasse entstandenen Furchen wieder einebnet. Bei der Herstellung dünner Platten liess er später (U. S. P. Nr. 605754 und D. R. P. Nr. 105516) die Vorwalze weg, um ein zu starkes Erkalten der Glasmasse zu vermeiden, und bewirkte die Ausbreitung der Glasmasse gleichzeitig mit dem Eindrücken des Drahtgewebes durch die Ringwalze. Immerhin macht sich hierbei die Schwierigkeit geltend, dem Drahtgeflecht die richtige Lage in der fertigen Glastafel zu sichern, die ganz beträchtlich wird, wenn, wie dies ebenfalls *Shuman* vorgeschlagen, Tafelbildung und Einbettung des Drahtgewebes durch eine einzige Walze bewirkt werden soll. Es kommt dabei leicht vor, dass hinter der Walze die Glasmasse noch so weich ist, dass das soeben eingebettete, unterhalb der Walze durchgedrückte Drahtgewebe hinter der Walze wieder an die Oberfläche der noch weichen Glastafel tritt, woraus die schon früher dargelegten Nachteile entstehen. *Shuman* trifft dagegen die Massregel, dass er (Fig. 1) das plastische Glas *A* an der Stelle, an welcher, kurz vor der Walze *B*, das Drahtgeflecht *C* eingeführt wird, mit einer von innen mit Wasser gekühlten Unterlage *D* in Berührung bringt, so dass es genügend erstarrt, um das eingeführte Geflecht

festzuhalten, aber nicht zu sehr, um noch zur Fläche ausgebreitet werden zu können. (U. S. P. Nr. 546196 und D. R. P. Nr. 89438; 1895 **298** 110.)

In anderer Weise umgeht *Shuman* diese Schwierigkeit, indem er (Fig. 2) das Drahtgewebe A in Höhe der halben Dicke der zu erzielenden Glastafel über dem Walztisch B ausspannt, und es zwischen seitlich auf dem Walztisch angeordnete Leisten C einspannt, darauf an einem Ende des Walztisches die Glasmasse auf das Drahtnetz aufschüttet und

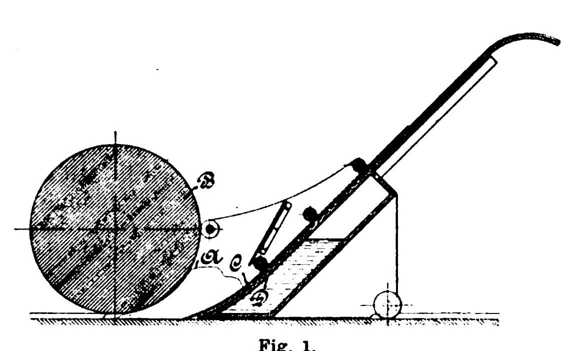


Fig. 1.
Verfahren nach Shuman.

mit Hilfe einer Walze D aus-, und zum Teil durch das Gewebe hindurchwalzt. Die Walze läuft auf der oberen Klemmleiste C, so dass deren Höhe die Dicke der über dem Drahtgeflecht bleibenden Glasmasse bestimmt (U. S. P. Nr. 510716).

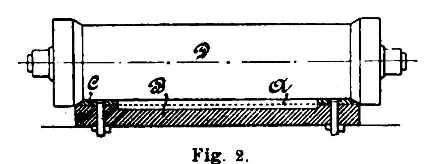


Fig. 2.
Verfahren nach Shuman.

Auf sein ursprüngliches Verfahren (1895 **298** 109) greift *Shuman* zurück, indem er mittels der pneumatisch bewegten Walze A (Fig. 3) eine Glasplatte B ausbreitet und einen Rahmen darüber legt, in welchem ein Drahtnetz so ausgespannt ist, dass die auf der Druckplatte C befestigten Stifte D beim Niedergehen der Platte das Gewebe erfassen und in die Glasmasse eindrücken. Die Walze A beendet den Vorgang durch Zuwalzen der entstandenen Furchen (U. S. P. Nr. 561920). Bei grösseren Dimensionen der zu gewinnenden Tafel muss natürlich, ebenso wie bei dem vorher erwähnten Verfahren, das Durchhängen des Drahtgewebes stören.

Daher schlägt *Sievert* vor (Fig. 4), das Drahtgewebe A an Elektromagneten B aufzuhängen, welche in der Druckplatte B_1 angeordnet sind. Nachdem die auf den Walztisch C geschüttete Glasmasse dadurch ausgewalzt worden ist, dass der Walztisch unter dem Walzenstuhl D hinweg gezogen und darauf unter die Druckplatte B_1 gefahren wurde, wird die Druckplatte niedergeführt und, nachdem das Drahtnetz A in die Glasmasse eingedrückt ist, die Elektromagnete stromlos gemacht, so dass beim Hochgehen von B_1 das Drahtnetz in Lage bleibt. Man kann hierbei auch mehrere beliebig geformte Geflechtstücke auf einer Unterlage in beliebiger Anordnung auslegen, den Elektromagneten darbieten und in ungestörter Anordnung in das Glas einführen. Man erhält so Platten, welche (Fig. 5), wenn nötig, in bequemster Weise durch Schneiden längs Linien zerlegt werden können, in denen die Platte nur aus Glas (ohne Drahteinlage) besteht (D. R. P. Nr. 102961 und Englisches Patent Nr. 30835/1897).

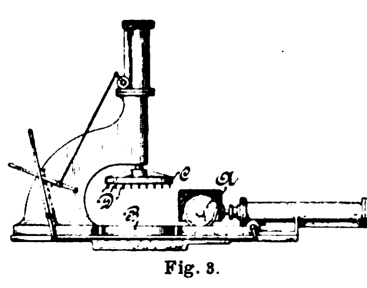


Fig. 3.
Verfahren nach Shuman.

Es liegt nahe, das in Fig. 2 dargestellte Verfahren dahin abzuändern, dass man das Drahtnetz, statt durch seitlichen Zug, durch auf den Walztisch gelegte Stützleisten in einer etwa der halben Dicke der zu erzielenden Glastafel entsprechenden Entfernung über dem Walztisch schwebend erhält und die Glasmasse aus- und teilweise durch das Gewebe durchwalzt (U. S. P. Nr. 574458 von *Shuman*). Diesen Stützleisten entsprechen natürlich auf der Unterseite der Glastafel Furchen, welche, bis auf die Metalleinlage gehend, letztere in bedenklicher Weise dem Wetter aussetzen. Das nachträgliche Zuwalzen dieser Furchen (U. S. P. Nr. 510458 von *Shuman*) bietet ganz augenfällige Schwierigkeiten. Daher erwähnt *Shuman* beiläufig die Möglichkeit, diese Leisten in dauernder Vereinigung mit der Glasplatte zu belassen.

Diesen Gedanken greift ein deutscher Erfinder unter weiterer Entwickelung auf, indem er das Drahtgeflecht in passender Höhe über dem Walztisch durch Stützkörper schwebend erhält, die aus Glas oder aus verbrennlichem, wenig Rückstand hinterlassendem Material bestehen. Im ersten Falle verschmelzen die Glasstützen (Brocken, Putzen) mit der Masse der Drahtglastafel, im zweiten verbrennen sie, nachdem sie ihren Dienst gethan haben. Eine weitere Ausbildung des Gedankens zeigt Fig. 6, wo das zwischen Leisten A eingeklemmte Drahtgeflecht B inmitten der Walztischbreite durch dauernde Stützen C getragen wird, welche mittels der Hebel D zurückgezogen werden, wenn die längs des (quergeschnittenen) Walztisches E fortschreitende Walze in ihre Nähe gekommen ist (D. R. P. Nr. 110235).

Alle die bisher berichteten Verfahren ergeben Drahtglastafeln im Walzverfahren, dessen Natur es mit sich bringt, dass die erhaltenen Tafeln eine Dicke und ein Gewicht haben, die ihre Verwendung in vielen Fällen unthunlich macht.

Man hat daher versucht, die Drahtglaserzeugung mit der Erzeugung von Tafelglas zu kombinieren, indem man in bekannter Weise einen walzenförmigen Glashohlkörper bläst, die noch heissen Umflächen mit Drahtgeflecht vereinigt und die Glaswalze nach bekannten Methoden zur Tafel ausbreitet. Ihren Ausgang nehmen diese Verfahren von der Herstellung von Lampencylindern mit Drahteinlage, wie solche schon im Jahre 1891 von der *Aktiengesellschaft für Glasindustrie vorm. Friedr. Siemens* auf den Markt gebracht wurden.

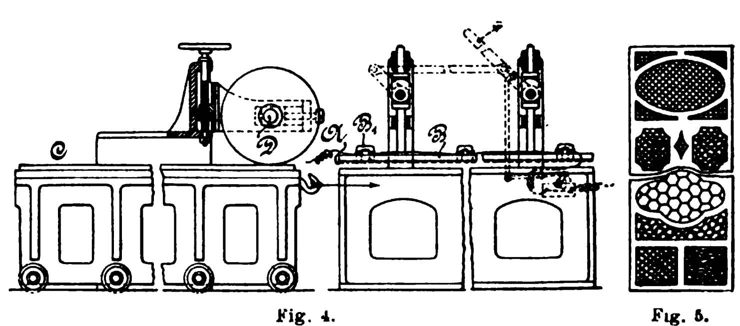


Fig. 4. Fig. 5.
Verfahren nach Sievert.

Bei Herstellung dieser Cylinder wird zunächst ein cylindrischer Hohlkörper geblasen, nach Absprengen desselben von der Pfeife in das Innere ein auskleidendes Drahtgeflecht eingelegt, und nunmehr ein an der Pfeife befindlicher Glasposten im Inneren des Cylinders aufgeblasen, so dass der so gebildete zweite innere Cylinder, durch die Maschen des Drahtgeflechtes sich durchdrängend, sich mit dem äusseren Glascylinder vereinigt, und beide das Drahtgeflecht zwischen sich einschliessen (Englisches Patent Nr. 5527/1892 und D. R. P. Nr. 98033). Diese Arbeitsweise ist von *Klein* später dahin abgeändert worden, dass in eine Umhüllung von Drahtgeflecht nur ein innerer Cylinder fest eingeblasen wird, dessen durch die Maschen hindurchgetretene Oberflächen dann gegen die Wände einer umgebenden Form gestaucht werden, so dass die gestauchte Glasmasse sich an den den Drähten entsprechenden Furchen

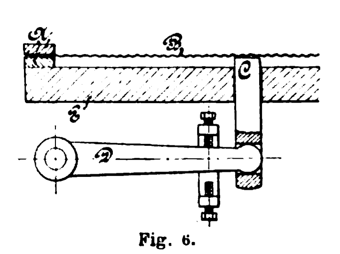


Fig. 6.

auf der Aussenseite des Cylinders zusammen- und die Drähte einschliesst (D. R. P. Nr. 98846).

Letzteres Verfahren nun ergibt, bei entsprechend grösseren Dimensionen der hergestellten Hohlcylinder, Drahtglaswalzen, welche in der von der Tafelglasfabrikation bekannten Weise (d. h. durch Absprengen der Endkappen, Aufschlitzen in der Längsrichtung und Ausbreitung der geschlitzten Cylinder im Streckofen), in Drahtglastafeln verwandelt werden, welche erheblich dünner und leichter sind, als die gewalzten. Bei dem Erweichen des Cylinders im Streckofen und darauf folgendem Glätten ergibt sich die Einebnung und Schliessung der von den Drähten eingeschnürten Furchen der Glasoberfläche von selbst (D. R. P. Nr. 110236).

Wie immer auch das Drahtglas hergestellt sein mag, so haftet ihm doch immer der Mangel an, dass es aus einer Vereinigung zweier Materialien, Glas und Metall, besteht, die infolge ihrer verschiedenen Ausdehnungskoeffizienten nicht oder doch nicht sicher durch Verschmelzen in dauernde Vereinigung zu bringen sind. So wird auch im Drahtglas das im heissen Zustande stattfindende Adhärieren von Glas an Metall nach kurzer Einwirkung von Temperaturschwankungen wieder aufgehoben sein, so dass das Drahtgeflecht nur noch mechanisch, durch Umschliessung, von dem Glase festgehalten ist. Daher ist auch, wie schon früher (1895 **298** 109) hervorgehoben, eine völlige Einbettung des Drahtgeflechtes anzustreben, ein oberflächliches Anhaften aber nutzlos.

Unter diesen Umständen hat man bereits daran gedacht, für Gegenstände, bei denen Glas und Metall in dauernd feste Vereinigung gebracht werden sollen, als Metall gewisse Nickel-Eisenlegierungen zu wählen. Ueber diese Legierungen berichtet eingehend *Ch. Ed. Guillaume* in seinen *Recherches sur le Nickel et ses Alliages* (Paris 1898), in denen er auf die industrielle Verwertbarkeit einiger der merkwürdigen Eigenschaften dieser Legierungen hinweist. Hier sei nur erwähnt, dass sich unter diesen Legierungen auch solche befinden, deren Ausdehnungskoeffizienten gleich denen der verschiedenen Glassorten sind, die sich also unter dem oben angedeuteten Gesichtspunkte vorzüglich zur Vereinigung mit Glas eignen. Freilich dürfte ihre Verwendung gerade für Drahtglas am Kostenpunkte scheitern.

Mehr Erfolg verspricht dagegen der Versuch der *Sächsischen Glaswerke, A.-G., vorm. Grützner und Winter*, die Metalldrahteinlage durch Asbestgeflechte zu ersetzen. Wenn auch diese Asbestgeflechte der Glastafel, in welche sie eingebettet sind, vielleicht nicht ganz die vorzüglichen Festigkeitseigenschaften geben werden, welche die Einbettung von Metallgeflechten im Gefolge hat, so werden sie doch immer den inneren Zusammenhang des Glases verstärken, so dass es im Falle des Zerspringens oder Zerbrechens in seiner Lagerung verharrt. Da zwischen Asbest und Glas eine bessere, dauerhaftere Verschmelzung eintritt, als zwischen Metall und Glas, so genügt eine oberflächliche Einschmelzung, der auch die Widerstandsfähigkeit des Asbests gegen Witterungseinfluss zu gute kommt (D. R. P. Nr. 106078).

Die Eigenschaften des Drahtglases haben *Hartig* und *Gottschaldt* untersucht (*Der praktische Maschinenkonstrukteur*, 1898 S. 93). Folgende Ergebnisse seien mitgeteilt:

1. Eigengewicht: pro 1 qm Fläche und 1 mm Dicke = 1 cbdcm = 2,667 kg (Tafelglas 2,5 kg) ermittelt an 12 mm starken Platten. Das normale Drahtgewebe (1 Masche = 7,35 mm im Quadrat und Drahtstärke = 1,15 mm) wiegt 2,427 kg pro 1 qm.

2. Lichtdurchlässigkeit: 25 % der Gesamtplattenfläche entfallen auf die Fläche der gesamten Drähte. Dementsprechend ist der Lichtdurchgang um 25 % vermindert. Die Lichtzerstreuung bei direkt durchfallendem Sonnenlicht ist besser wie die von Mattglas.

3. Stossfestigkeit:

Fallarbeit von 6,416 kg,	Durchbiegung 1,0 cm	(Sprünge)
„ „ 12,830 „	„ 3,5 „	(Bruch)
„ „ 20,850 „	„ 7,0 „	(Herabfall der Platte).

4. Druckfestigkeit: Drahtglas von 2,5 cm Stärke ergab 1350 kg pro 1 qcm Querschnitt.

5. Feuersicherheit:

Drahtglas 12 mm stark nach Erhitzung	Nach dem Erkalten Bruch bei Mittenbelastung	Gleichmäss. Bel. pro 1 qm
a) bis 400° C. (Randschmelzung und Sprünge)	100,03 kg	10003 kg
b) bis 200° C. (Randrisse)	136,84 „	13684 „
c) „ 100° C. (intakt)	145,29 „	14529 „
d) „ 10° C. (normal)	200,64 „	20064 „

Im glühenden Zustande:

a) Fallarbeit nach einmaliger Erhitzung 1,604 kg/m, Durchbiegung 0 cm (Sternrisse),

b) Fallarbeit nach nochmaliger Erhitzung 3,208 kg/m, Durchbiegung 1 cm (nur Glasausbruch),

c) bei gleichmässig verteilter Belastung von 500 kg pro 1 qm, mit kaltem Wasser begossen (Randsplitter, Muschelabsprünge, sonst intakt und tragfähig), Platte 14 mm stark, nach dem Erkalten:

d) eine gleichmässig verteilte Belastung von 1300 kg pro 1 qm noch vollkommen aushaltend.

6. Biegungsfestigkeit.

Bei dem für die Versuche benutzten, von der *Aktiengesellschaft für Glasindustrie vorm. Friedrich Siemens* zu Dresden gelieferten Drahtglas ist das Drahtgeflecht so in die Glasplatten eingebettet, dass es die Stärke derselben im Verhältnis 1 : 3 teilt. Die grössere Biegungsfestigkeit ergibt sich, wenn die Platten mit der Drahteinlage nach unten gelegt (hier wie vorher unter zweiseitiger Auflagerung).

Der Draht weist eine Zugfestigkeit von 45,7 kg pro 1 qmm Querschnitt auf, bei einer Anfangsstreckung von 10,5 %. Zur vollen Zerstörung des Drahtglases ist infolgedessen mittels eines ohne Stoss durchdringenden Körpers gegenüber dem gewöhnlichen Tafelglase eine

$$\frac{\text{Gesamte Bruchkraft} = 87{,}60\ \text{kg/m}}{\text{Kraft zum ersten Bruche} = 0{,}156\ \text{kg/m}} = 558\text{fache Arbeit}$$

erforderlich, unter der Bedingung, dass die Ränder der Platten fest in einem Falze lagern.

In weniger exakter, aber anschaulicher Weise verdeutlichen die vorzüglichen Eigenschaften des Drahtglases gegenüber zerstörenden Einflüssen eine Reihe von Abbildungen, die *Francis Schumann* (vermutlich identisch mit dem oben mehrfach erwähnten *Shuman*) bei Gelegenheit eines Vortrages in der Sizung des Franklin Institute in Philadelphia vom 13. Oktober 1897 vorgelegt und im *Journal of the Franklin Institute*, 1898 S. 100 u. ff., veröffentlicht hat.

Es wurden Brandproben angestellt mit einem Versuchsgebäude, das mit 9zölligen Wänden in den Abmessungen von 3 × 4 × 9 Fuss lichten Masses errichtet und mit einem Oberlicht eingedeckt wurde, das zur Hälfte aus ¹/₄zölligem Drahtglase, zur Hälfte aus ¹/₄zölligem gerauhtem Walzglase bestand. In geringer Höhe über dem Boden wurde, oberhalb der die Wände durchsetzenden Zuglöcher, ein eiserner Rost angeordnet und mit ¹/₄ Klafter Holz, getränkt mit Oel und Harz, beschickt. Die Holzrahmen des Oberlichtes, sowie die Thür, in welcher ebenfalls eine Drahtglasscheibe eingesetzt war, waren mit Weissblech überzogen. In einer Hauswand befand sich ein Drahtglasfenster in Eisenrahmen.

3 Minuten nach dem Entzünden des Feuers sprang und fiel das Walzglasoberlicht. 25 Minuten nach Anfang zeigten die Holzteile beträchtliche Verkohlung, Drahtglas-Fenster und -Thürlicht waren rotglühend und durch von innen andrückende Holzscheite verbeult, das Drahtglasoberlicht unversehrt. Mehr als 35 Minuten nach Beginn, während das Feuer auf dem Höhepunkt war, die Wände gerissen und die in dem Oberlichtrahmen zurückgebliebenen Walzglasreste teilweise geschmolzen waren, war die Thür nebst Drahtglasscheibe noch in ursprünglicher Stellung, das Drahtglasfenster an der oberen Kante, wo es im Rahmen nicht befestigt war, nach aussen durchgebogen. Das Feuer wurde mit aus einem Schlauche gegebenen Wasser gelöscht. Sämtliches Drahtglas zeigte noch festen Zusammenhalt, auf der Thürinnenseite war das Weissblech teilweise abgeblättert, so dass das verkohlte Holz frei lag.

Eine der Abbildungen gibt die Ruinen eines niedergebrannten Hauses wieder. In einem Mauerstück sitzt ein Drahtglasfenster mit lückenlos geschlossener Glasfläche.

Eine weitere Abbildung zeigt die Glasbedachung einer grossen Bahnhofshalle, auf welche ein Schneesturm niedergegangen ist Die oberen Teile der Bedachung, aus gewöhnlichem Tafelglas bestehend, zeigen massenhaft zerbrochene Scheiben, die unteren, mit Drahtglas eingedeckt, haben Sprünge erhalten, waren aber noch völlig dichtschliessend und konnten als gebrauchsfähig an ihrer Stelle belassen werden. Uebrigens hat auch das kgl. Landbauamt Dresden die Beobachtung verzeichnet, dass zentnerschwere Eiszapfen zwar das Glas zerschlugen, das Drahtgewebe aber unbeschädigt liessen.

Schumann berichtet, dass die nordamerikanischen, englischen und belgischen Drahtglasfabrikanten ihre Anlagen beträchtlich zu erweitern in der Lage sind. Es steht zu wünschen, dass dieses wertvolle Material auch in Deutschland zunehmende Verbreitung gewinnt.

Die Mechanik des Wollens, Wissens und Wirkens im Lichte der Vibrationstheorie.

Von **Rudolf Mewes**, Ingenieur und Patentanwalt.

Die glänzende Entwickelung der auf dem exakten Naturwissen aufgebauten Technik im 19. Jahrhundert hat im Laufe der letzten Jahrzehnte zu mannigfachen Versuchen geführt, eine Philosophie der Technik zu begründen. Einen Ueberblick über die wichtigsten Arbeiten auf diesem neuen Gebiete und ausserordentlich interessante Beiträge zur philosophischen Begründung der Technik findet man in den wohldurchdachten Arbeiten von Ingenieur *P. K. v. Engelmeyer*-Moskau, welche in *D. p. J.* 1899 und 1900 veröffentlicht sind.

In *Allgemeine Fragen der Technik* (s. S. 295 d. Bd.) werden aus dem Werke von *Lester Word: Psychic factors of Civilisation* (1896) folgende Grundanschauungen wiedergegeben: „Der Intellekt bezwingt die Natur vermöge der ihm innewohnenden Fähigkeit, dort einen Umweg zu wählen, wo kein direkter Weg führt. Naturerscheinungen befolgen unabänderliche Gesetze. Hat die Naturkunde sie ergründet, so entsteht die Kunst der absichtlichen Einleitung der Erscheinungen. Die Bethätigung des Intellektes ist somit grundverschieden von der Natur.... Das Tier wird von der umgebenden Natur modifiziert; der Mensch dagegen modifiziert seine Umgebung."

Es kann nicht bestritten werden, dass in diesen Ausführungen ein Kern von Wahrheit enthalten ist; ebenso sicher steht aber auch fest, dass dieselben in vollem Umfange und streng nicht Geltung haben. Gerade die Unabhängigkeit des Menschen von der Natur oder nach dem alten philosophischen Schlagwort die Freiheit des menschlichen Willens hat viel für sich, aber auch viel gegen sich, wie der jahrhundertelange Streit der Philosophen über dies schwierige Problem lehrt. Auch die moderne Naturwissenschaft hat sich mit diesem Problem ebenso, wie dies jetzt die Philosophie der Technik unternimmt, in ernster Geistesarbeit beschäftigt; ich verweise in dieser Hinsicht auf eine der jüngsten Arbeiten des bekannten Physikers *Raoul Pictet*, nämlich auf *„Étude critique du matérialisme et du spiritualisme par la physique expérimentale"* (Genf 1896), besonders auf die Kapitel *„Le mécanisme de la liberté. La vraie définition en physique expérimentale"* (23), *„L'homme et les limites de la liberté"* (24) u. s. w.

Auch ich bin in folgerichtigem Entwickelungsgang bei meinen physikalischen Arbeiten auf die Beziehungen und den Zusammenhang des Menschen, seines Wollens, Wissens und Wirkens, mit dem ihn umgebenden und auf ihn einwirkenden Naturvorgängen geführt worden. Die Grundlage für meine physikalischen und chemischen Forschungen bildete die Ueberzeugung, dass das Wesen der Materie in ihrer Raumzeitlichkeit beruht, dass deshalb die Gesetze ihres Wirkens nicht blosse Raum- oder blosse Zeitgesetze sein können, sondern raumzeitlicher Natur sein, d. h. auf in Raum- und Zeitelementen erfolgenden Schwingungen unveränderlicher Elementarteile beruhen müssen. Von diesem Standpunkte aus versuchte ich sämtliche Zweige des exakten Naturwissens auf Grund der alten *Huyghens*schen Schwingungstheorie zu erklären und den für Vorgänge und Kräfte, welche bisher unverständlich waren und nur in einem zufälligen Zusammenhang miteinander zu stehen schienen, wie Wärme, Elektrizität und Schwerkraft, einfache und umfassende Erklärungen zu bringen.

Allein das Bestreben der Spekulation, die Wellentheorie oder Aetherhypothese immer weiter auszudehnen und zu vervollkommnen, birgt etwas Dämonisches in sich; denn sie zwingt den menschlichen Geist bei konsequenter Durchführung dazu, Vorgänge und Erscheinungen, welche auf den ersten Blick in keinem gesetzlichen Zusammenhange zu stehen scheinen, von der weiten Perspektive der Undulationstheorie aus zu betrachten und unter dieselben Gesetze zu bringen. Für sämtliche Zweige der exakten Naturwissenschaft ist dies freilich geglückt, da ja nach dem zweiten Teile von *„Elementare Physik des Aethers"* („Kraft und Masse") auch die allgemeine Massenanziehung auf die Wirkung der Aetherschwingungen zurückzuführen ist. Ausserdem haben die über weite Zeiträume sich erstreckenden Beobachtungen ergeben, dass die kosmischen und terrestrischen Aeusserungen der Wärme, der Massenanziehung, der Elektrizität und des Magnetismus, sowie die klimatischen Vorgänge in denselben auf- und absteigenden Perioden erfolgen. Mit Recht konnte daher Professor *Heinrich Hertz* seine nachgelassene Mechanik mit den Worten einleiten: *„Es ist die nächste und in gewissem Sinne wichtigste Aufgabe unserer bewussten Naturerkenntnis, dass sie uns befähige, zukünftige Erfahrungen vorauszusetzen, um nach dieser Voraussicht unser gegenwärtiges Handeln einrichten zu können."*

Wenn dies auch für die engere Naturwissenschaft allgemein als richtig zugegeben wird, so dürfte man doch mit Hohnlächeln und Achselzucken der Behauptung begegnen, dass dieselben Grundgesetze auf unser Denken und Handeln, auf die politische und soziale Entwickelung der Menschheit anzuwenden sind. Gleichwohl hoffe ich durch die nachfolgenden Darlegungen den Grundgedanken beweisen zu können, dass sich die Wellentheorie bis in die verborgensten Gebiete des Waltens der Natur im menschlichen Organismus verfolgen lässt; denn ebenso wie der Mechanismus der toten Natur, bethätigt sich auch die Mechanik des menschlichen Geistes und Willens trotz ihrer scheinbaren Autonomie in ganz gleicher Weise in denselben ab- und aufsteigenden periodischen Schwankungen.

Die wichtigsten Faktoren, welche unser soziales und wirtschaftliches Leben beeinflussen, sind ja unstreitig die Produktionen des menschlichen Geistes und die Unternehmungen und Thaten, welche aus Willensregungen und Trieben hervorgehen; denn auf diese beiden Faktoren kommen ja schliesslich alle übrigen Momente, welche den Gang der Zivilisation bestimmen, im Grunde genommen doch zurück, wie beispielsweise die epochemachenden Verkehrsmittel und technischen Erfindungen auf die Leistungen des Willens und der Intelligenz zurückzuführen sind. Es dürfte daher nicht nur von rein wissenschaftlichem Interesse sein, die allgemeinen Bethätigungsgesetze des Denkens und Wollens, zumal wegen ihrer Beziehung zu den unten zu besprechenden Naturvorgängen, auf Grund unzweifelhafter Thatsachen und Beobachtungen festzustellen, sondern sogar von sehr praktischer Bedeutung sein, da man dadurch die Möglichkeit erhält, die weltbewegenden Aeusserungen dieser beiden Grundfähigkeiten des Menschengeschlechtes vorauszusehen und nötigenfalls in gewisse Bahnen zu lenken.



Das menschliche Denken ist, wie ich schon 1884 in meiner philosophischen Prüfungsarbeit darlegte, gerade so wie der Wille der Ausfluss einer Naturkraft, und diese Vermögen unterliegen somit selbst als Kräfte gleich allen anderen Kräften der Natur den allgemeinsten Gesetzen über die Wirkungsweise der Kräfte. Jegliche Kraft kann ihr Wesen und ihren Charakter nur dadurch offenbaren, dass dieselbe in Wirkung tritt, also eine andere Kraft überwindet. Da nun gerade der Widerstand, den eine Kraft findet, deren Erkenntnis erst ermöglicht, so dürfte man wohl zu dem Schlusse berechtigt sein, dass die Natur des Hindernisses für die überwindende Kraft von massgebender Bedeutung sein kann. Bei sämtlichen uns bisher bekannt gewordenen Naturkräften hat die Wissenschaft endgültig nachweisen können, dass thatsächlich die sich aneinander bethätigenden und messenden Kräfte wesensidentisch, also nicht spezifisch voneinander verschieden sind. In der exakteren Forschung gilt also thatsächlich der alte Grundsatz der Stoiker: „Ὅμοιον ὁμοίῳ γιγνώσκεται."

Sollte nun das Verhältnis der Dinge zum Denken und Wollen von dieser sonst allgemein anerkannten Ansicht wirklich abweichen, so müssten dafür gewichtige Gründe angeführt werden, denn anderenfalls liegt keine Veranlassung vor, den Sachverhalt anders denken zu sollen. Dieser Forderung hat weder *Kant*, auf dessen Untersuchungen man bei dieser Frage stets zurückgehen muss, noch einer der späteren Philosophen entsprochen; denn *Kant* und seine Anhänger glauben ja, gerade von der Annahme der Existenz einer solchen unüberbrückbaren Kluft zwischen dem rein gedanklich Subjektiven und dem sachlich Objektiven ausgehen zu müssen. Er stellt ja die Alternative, dass entweder die Dinge oder das Denkvermögen die Erkenntnis der Dinge bedingen. Und doch kann ohne den Beweis des Gegenteils die Möglichkeit nicht als absolut ausgeschlossen betrachtet werden, dass zwischen den Dingen und dem Denken derselben ein innerer Zusammenhang besteht, dass also, damit die Denkkraft zum Auffassen der Dinge soll im stande sein können, zwischen ihr und der Welt eine Gemeinsamkeit, eine gewisse Gleichartigkeit des Wesens existieren müsse. Ja, wenn man auf die Vorbedingungen und die Entstehung des geistigen Lebens sein Augenmerk lenkt, wird man sogar zu der Schlussfolgerung genötigt, dass das Wesen der Materie die Bedingung unseres Denkens bildet, also auch unsere Denkfunktionen nur gemäss der Organisation funktionieren, welche sich nach mechanischen Gesetzen aus der materiellen Welt hat bilden müssen. Das Leben, wenigstens das denkende Leben in der menschlichen Gestaltung, ist eben im Gegensatz zu der Behauptung mancher Philosophen nicht wie die Materie von Ewigkeit dagewesen, sondern es hat, wenn es auch als Kraft unzerstörbar und darum das *Preyer*'sche Gesetz von der Unzerstörbarkeit des Lebens gültig ist, doch in dem obigen Sinne einen Anfang gehabt.

„Die exakte Naturforschung," sagt *Liebig* in den chemischen Briefen I, S. 368, „hat bewiesen, dass die Erde in einer gewissen Periode eine Temperatur besass, in welcher alles organische Leben unmöglich ist; schon bei 78° Wärme gerinnt das Blut. Sie hat bewiesen, dass das organische Leben auf Erden einen Anfang hatte. Diese Wahrheiten wiegen schwer und wenn sie die einzigen Errungenschaften dieses Jahrhunderts wären, sie würden die Philosophie zum Dank an die Naturwissenschaften verpflichten." Es kann demnach das denkende Leben, wie ja vom wollenden kaum noch bezweifelt wird, nur durch mechanische Ursachen, bezw. durch physikalisch-chemische Vorgänge in einem bestimmten Zeitpunkte auf der Erde entstanden sein, in dem eben die notwendigen Vorbedingungen einer solchen Entstehung sich herausgebildet hatten. Nach dem Satze „causa aequat effectum" muss demnach das Produkt der materiellen Kräfte auch die wesentlichen Eigenschaften derselben bewahrt haben. Man dürfte daher gar nicht so unrecht haben, wenn man im Gegensatz zu den Idealisten der Ansicht huldigte, dass nicht das Denken, sondern, wenn man der Sache tiefer auf den Grund geht, schliesslich doch die Materie, die Welt der Dinge und Naturkräfte, das bestimmende Moment in der Wissensbeschaffung ihrer selbst bilden, wie dies zweifellos bei der Willensbethätigung der Fall ist.

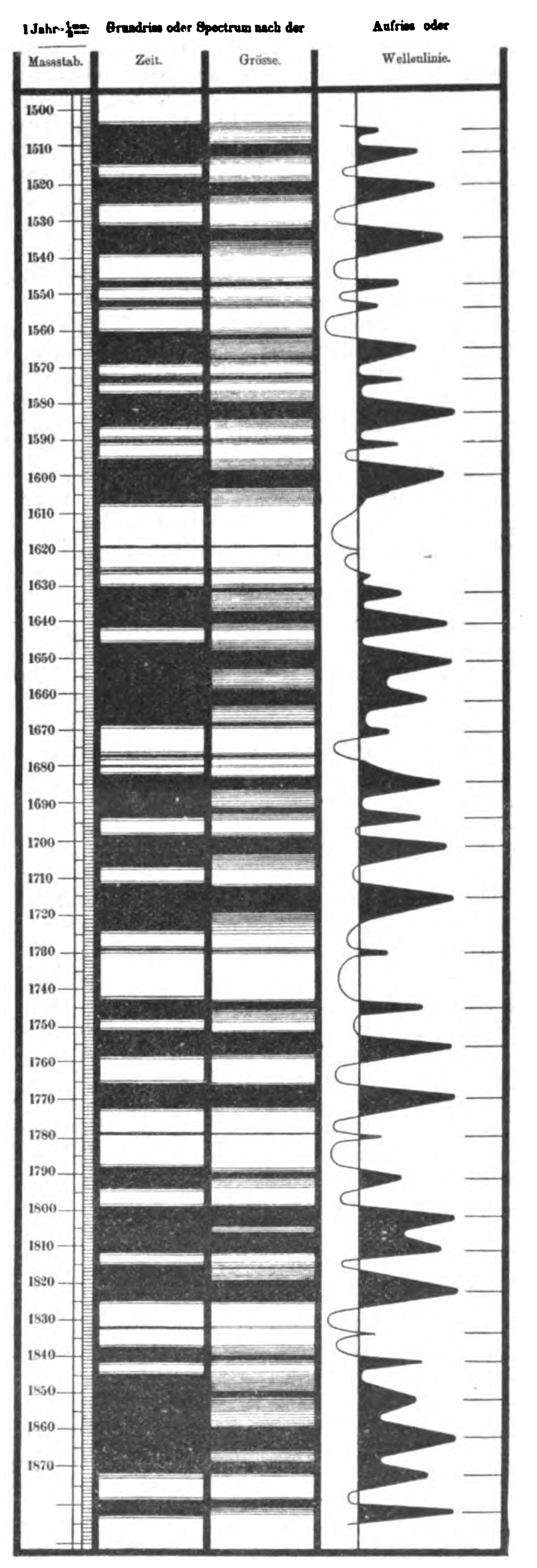
Die Richtigkeit der vorstehenden theoretisch-philosophischen Deduktionen kann nur durch Beobachtung oder auf experimentellem Wege nachgewiesen werden. Zu diesem Behufe muss also die Abhängigkeit des menschlichen Geistes und Willens von der materiellen Aussenwelt nachgewiesen und der gesetzmässige Zusammenhang zwischen den intellektuellen und moralischen Kräften des Menschen und den mechanisch-physikalischen Wirkungen der Welt aufgedeckt werden. In dieser Hinsicht ist in einzelnen Gebieten bereits viel gearbeitet und sind höchst interessante Resultate gefunden worden, wie der glänzende Aufschwung der physiologischen Psychologie zur Genüge beweist. Ich will hier nur an das *Fechner-Weber*'sche psychophysische Grundgesetz erinnern, das von mir auf Grund der Undulationstheorie zum Schluss dieses Abschnitts erklärt wird. Besonders wichtig ist jedoch in dem vorliegenden Falle die unumstössliche Thatsache, dass das menschliche Denken und Wollen — ich verweise z. B. auf den bekannten Tropenkoller — in ganz bedeutendem Masse von dem Klima des Landes, von der umgebenden Natur und dem Charakter des Wetters beeinflusst wird. Der geographische und physikalische Charakter eines Landes bestimmt nicht nur den Typus seiner Flora und Fauna, sondern auch den Charakter und das Wesen seiner Bewohner. Denn da Klima und Bodenbeschaffenheit im grossen und ganzen nicht von der Pflanzen- und Tierwelt abhängig sind, so müssen eben diese, wenn sie nicht untergehen wollen, den vorhandenen Bedingungen ihres Standortes oder Wohnsitzes sich anschmiegen. Dieses Anpassungsvermögen, das beim Menschen beispielsweise besonders gross ist, gestattet den einzelnen Tieren und Pflanzen, sich über ihr eigentliches Lebensgebiet hinaus in andere Gegenden zu verbreiten, wobei jedoch gewisse Grenzlinien nicht überschritten werden können. Das Gedeihen eines Tieres sowohl wie dasjenige des Menschen in einer Gegend ist abhängig von der Temperatur, dem Grade der Feuchtigkeit und den Nahrungsverhältnissen; ebenso wie bei den Pflanzen pflegen auch bei ihnen niedrige Mitteltemperaturen weniger nachteilig zu sein, als gewaltige Schwankungen der Wärmegrade. Die grossen Raubtiere der alten Welt z. B. sind mittelbar an das Vorkommen von grasreichem Weideland gebunden, da nur auf diesem die ihnen zur Nahrung dienenden grösseren Säugetiere leben können. Der Kampf ums Dasein spielt hier eine nicht unbedeutende Rolle; es dürfen eben nicht zu mächtige Feinde vorhanden sein. Wie das üppige Pflanzenleben, so haben sich die Tropen auch die reichste Tierwelt bewahrt. Diese besitzt dort die mannigfaltigsten Formen und meisten Arten, die grösste Beweglichkeit, die lebhaftesten Farben und die schärfsten Gifte, während im Gegensatz dazu, je näher man den Polen kommt, die Einförmigkeit der Farben und Arten mit der Abnahme der Beweglichkeit und Bösartigkeit gleichen Schritt hält. Dasselbe gilt auch von dem Menschen; denn der Südländer besitzt ein lebhaftes, hitziges Naturell, während der Nordländer sich durch sein bedächtiges und phlegmatisches Wesen kennzeichnet.

Da demnach die Pflanzen- und Tierwelt, welche dem Menschen die notwendige Nahrung liefern, nach der neueren Forschung vom Klima in hohem Masse abhängig sind, so wird natürlich auch der Charakter der Menschen, wie dies ja auch ziemlich bekannt ist und schon oben betont wurde, vom Klima wesentlich beeinflusst. Daraus folgt nach dem alten Grundsatze: „Gleiche Ursachen, gleiche Wirkungen", dass die Modifikationen des Klimas, der Temperatur, der Feuchtigkeitsverhältnisse der Atmosphäre und im Boden in gewisser Weise auf den Intellekt und den Willen des Menschen einwirken müssen, wenn damit auch nicht behauptet werden soll, dass es ausserdem nicht noch andere wichtige Bestimmungsmomente dafür gibt. Freilich lässt sich nach dem heutigen Stande der Wissenschaft für den einzelnen Menschen die Abhängigkeit oder der gesetzliche Zusammenhang seiner Geistesprodukte und seiner Willensäusserungen mit den klimatischen Schwankungen eines Jahres oder noch kleinerer Zeitintervalle noch keineswegs nachweisen; gewisse Anhaltspunkte gewähren im einzelnen die jetzt geführten Verbrechenstatistiken u. dgl. Das auf diesem Gebiete gesammelte Material genügt jedoch noch nicht, um daraus beweiskräftige Schlüsse ziehen zu können. Da-



gegen kann man, da ja das für den einzelnen Menschen gültige Gesetz erst recht im Leben der Gesamtmassen, d. h. der Völker, zum Ausdruck kommt, schon jetzt an der Hand der Geschichte der grossen Kulturvölker und im besonderen an der Hand der Geschichte der deutschen Nation einen solchen inneren Zusammenhang mit grösseren Wetterperioden deutlich

Geschichte Frankreichs.



Schwarz bedeutet Kriege. Weiss bedeutet Frieden.

darthun, wie dies in ausführlichster Weise in meiner kleinen Broschüre „*Die Kriegs- und Geistesperioden im Völkerleben und Verkündigung des nächsten Weltkrieges. Eine astrologisch-physiologische Skizze*“ (Berlin NW., Pritzwalkerstr. Nr. 14) bereits im Jahre 1896 für die ganze Weltgeschichte geschehen ist. Ferner verweise ich auf die leider wenig beachteten, früheren Arbeiten von Herrn Baurat *Ernst Sasse* über „*Das Zahlengesetz in der Völkerreizbarkeit*“ (*Vom Fels zum Meer*, Jahrg. 1887/88). In der That beweist die Geschichte unseres Volkes, dass nicht nur die grossen weltbewegenden Thaten, durch die es sich in der allgemeinen Völkergeschichte den ruhmvollsten Platz mit schweren Opfern erkämpft hat, sondern auch die geistigen Errungenschaften desselben, die glänzenden und herrlichen Erfolge, welche seine Dichter, Künstler, Wissenschafter und Techniker in den einzelnen Epochen gezeitigt haben, in einem eigentümlichen und höchst bemerkenswerten Abhängigkeitsverhältnisse mit den gleichlaufenden grossen und kleinen Perioden der Sonnenflecken, Nordlichter, des Erdmagnetismus und des Wetters stehen, welche nach den wissenschaftlichen Untersuchungen der letzten Dezennien völlig gesetzmässig verlaufen und offenbar durch den periodisch sich steigernden oder schwächenden Einfluss der grossen Planeten Jupiter, Saturn und Uranus in erster Linie verursacht werden.

Professor *K. W. Zenger* hat nämlich in seinem wirklich gediegenen Werke „*Die Meteorologie der Sonne und ihres Systems*“ aus einer sehr grossen Anzahl von Beobachtungen den Schluss gezogen, dass erstens alle grossen Erdstürme solaren Ursprungs sind, dass zweitens elektrische Entladungen des Sonnenkörpers gegen den interplanetaren Raum die veranlassende Bildung von cyklonalen Bewegungen in demselben sind. Durch nicht minder zahlreiches Beobachtungsmaterial ist von demselben Forscher der zahlenmässige Nachweis geführt worden, dass die grossen Erdstürme, Cyklonen, Nordlichter, elektrischen und magnetischen Gewitter nicht nur Abbilder der solaren Strömungen sind und untereinander in kausalem Nexus stehen, sondern ebenso wie diese von der Stellung der grossen Planeten Jupiter, Saturn und Uranus zur Sonne gesetzmässig abhängen und demgemäss für grosse Zeiträume sich sowohl nach rück- wie auch nach vorwärts mit ziemlicher Genauigkeit berechnen lassen. *Zenger* hat bereits im Jahre 1876 in einer Abhandlung „Ueber die Ursache der Sonnenfleckenperiode“ die Aufgabe gestellt, dass der Einfluss der grossen Planeten Jupiter, Saturn und Uranus in erster Reihe zu untersuchen wäre, indem man das Sonnensystem gleichsam als doppeltes, dreifaches und vierfaches Sternsystem betrachtet und in allen diesen Fällen die Uebereinstimmung mit den beobachteten Perioden der Variation, der Intensität des Erdmagnetismus und der Deklination untersuche. Da jedoch die einfache Jupiterperiode von etwa 11 Jahren, welche durch *Schwabe*'s langjährige Beobachtungen für die Sonnenflecken nachgewiesen wurde, nicht hinreichte, die zwischen 10 und 16 Jahren schwankende Periodizität der magnetischen Variationen und ihres Parallelismus mit der Veränderlichkeit der Sonnenfleckenperiode zu erklären, so schritt er zu der Kombination der Einwirkung der Jupiter- und Saturnstellung gegen die Sonne, indem er das Sonnensystem als dreifaches Sternsystem betrachtete. Es ergab sich ihm so eine Periode von etwa 59 Jahren, denn das Jupiterjahr ist 4333 Tage, das Saturnjahr 10 759 Tage, so dass man, um das angenäherte Verhältnis zu haben, durch Bildung eines Kettenbruches erhält:

$$\frac{4333}{10759} = \cfrac{1}{2 + \cfrac{1}{2 + \cfrac{1}{14 + \cfrac{1}{4 + \cfrac{1}{6}}}}},$$

also die Näherungsbrüche

$$\frac{2}{5},\ \frac{29}{72},\ \frac{118}{263}$$

u. s. w.

Es sind also 5 Jupiterjahre oder 21 665 Tage sehr nahe gleich 2 Saturnjahren, d. h. 21 518 Tagen, noch genauer 72 Jupiterjahre gleich 29 Saturnjahren u. s. w. Nach dieser Zeit stehen also zwei Planeten wieder in denselben heliozentrischen Längen, d. h. in denselben Positionen gegen die Sonne, also in nahezu 59,2 Jahren. Nimmt man noch Uranus hinzu, so folgt, dass alle drei Planeten, da die Umlaufszeit des Jupiter nahezu gleich 11,9 Jahren, des Saturn 29,4 Jahren und des Uranus 84,8 Jahren ist, im



Mittel nach 675,5 Jahren wieder in derselben Position zur Sonne stehen; denn es sind 57 Jupiterjahre 678,3, 23 Saturnjahre 676,2 und 8 Uranusjahre 672,0 Jahre. Nun gibt *Wolf* in der Arbeit *„Périodicité des taines solaires et du magnetisme terrestre“* (*Comptes rendus* 1857) für die grössere Periodendauer der Sonnenfleckenmaxima 55,55 Jahre an, so dass man für deren doppelte Wiederkehr 111,1 Jahre erhält. Hieraus folgt, dass die grosse säkuläre Periode von 675,5 Jahren aus sechs solchen Doppelperioden von *Wolf* besteht; denn es ist der Quotient aus 675,7 und 6 gleich 112,6, also sehr nahe gleich 111,1.

Würde man auch die kleinen, aber sonnennahen Planeten berücksichtigen, so müssten sämtliche Perioden etwas kürzer ausfallen, so dass man für die Doppelperiode mit grosser Annäherung den Wert 111,3 Jahre setzen, die durchschnittliche kleine Sonnenfleckenperiode gleich 11,13, die Periodendauer der Sonnenfleckenmaxima in Uebereinstimmung mit den besten Beobachtungen gleich 55,65 und somit die Zeitdauer zwischen je einem Maximum und Minimum der Sonnenflecken gleich 55,65/2 = 27,825 Jahren, also letztere nahezu gleich einem Saturnjahre setzen kann.

Ferner hat *Reis* in seiner Schrift *„Die periodische Wiederkehr von Wassersnot und Wassermangel im Zusammenhange mit den Sonnenflecken, den Nordlichtern“ u. s. w.* (Leipzig 1883) folgende Ergebnisse gefunden: Die Wasser- und Wettererscheinungen wiederholen sich in Perioden von 110 bis 112 Jahren; eine solche Periode ist gleich der doppelten grossen Periode der Sonnenflecken, Nordlichter und erdmagnetischen Erscheinungen ($5 . 11^1/_3 = 56^2/_3$ Jahre). Jede Periode zerfällt in vier gleiche Abteilungen von 27 bis 28 Jahren, eine Maximalzeit (des Wassers) erster Klasse, eine Minimalzeit erster Klasse, eine Maximalzeit zweiter Klasse, eine Minimalzeit zweiter Klasse. Diese Bezeichnungen rühren davon her, dass in den Maximalzeiten die höchsten, grössten und häufigsten Ueberschwemmungen eintreten, während die Minimalzeiten nur geringe und wenige Hochwasser, dagegen die niedrigsten Wasserstände von längster Dauer enthalten. In der verflossenen grossen Periode war von 1770 bis 1792 die erste Maximalzeit, von 1798 bis 1826 die erste Minimalzeit, von 1826 bis 1854 die zweite Maximalzeit, von 1854 bis 1876 die zweite Minimalzeit; die letzten zwei sind den ersten zwei gegenüber nur gemässigter. Natürlich ist damit auch ausgesprochen, dass die Maximalzeiten von überwiegend feuchtem Wettercharakter, die Minimalzeiten von mehr trockenem Charakter sind; wird es ja in dem Büchlein dadurch nachgewiesen, dass die Minimalzeiten seit 1000 Jahren mehr und stärkere Trockenzeiten enthalten als die Maximalzeiten u. s. w. Man darf also nicht missverstehen, dass in den trockenen Perioden keine Hochwasser, keine nassen Monate vorkommen, vielmehr sind die Maximalzeiten nur im Durchschnitt reicher an Wasser, an Schnee- und Regenfällen, als die Minimalzeiten. Indessen kommen doch in den zwei Minimalzeiten (1798 bis 1826 und 1854 bis 1876) nicht entfernt so bedeutende Hochwasser vor wie 1882/83 oder 1845 oder gar 1784, und ebenso sind die niedrigen Wasserstände der nassen Zeiten nicht im geringsten zu vergleichen mit den niedrigsten Wasserständen der Trockenperioden, wo Felsplatten zum Vorschein kommen, über welche die Schiffe bei Mittelwasser unbesorgt wegfahren; so war vor einigen Jahren in unserer seit 1876 begonnenen nassen Periode der Rhein einmal bis 16 cm über den Nullpunkt des Mainzer Pegels gesunken; was will das aber besagen gegenüber den enorm niedrigen Wasserständen unserer letzten Trockenperiode, wo 1857 der Rhein fast das ganze Jahr nahe am Nullpunkt stand und 1858, wo er wochenlang sogar 20 cm unter den Nullpunkt gegangen war. Diese Trockenheit dauerte nur 22 Jahre statt 28; solche Abweichungen kommen vor; sind sie ja auch bei der 11jährigen Periode verhältnismässig noch stärker; gibt es ja in unserem Jahrhundert 7jährige, aber auch 13jährige kleine Perioden der Sonnenflecke; der Mittelwert bleibt 11; so ist die mittlere Wasserperiode 28 Jahre, wenn auch kleinere und grössere nasse und trockene Perioden vorkommen.

Mit diesen je nach der Stellung der Hauptplaneten wechselnden Wasser- und Trockenperioden unseres Planeten ist auch, wie zahlreiche Beobachtungen zeigen, die Entwickelung des Menschengeschlechts in gleichmässigem Rhythmus zwischen Geistes- und Kunstperioden einer- und Kriegsperioden andererseits erfolgt und wird voraussichtlich in Zukunft in ewigem Wechsel erfolgen, so lange die Erde steht und Winter und Sommer, Frost und Hitze, Regen und Sonnenschein miteinander wechseln. Dass im Laufe der Weltgeschichte sich wirklich ein solcher periodenmässiger Wechsel zwischen Krieg und Frieden, zwischen kriegerischer und geistiger Thätigkeit der Völker offenbart, habe ich a. a. O. dadurch nachgewiesen, dass ich mit Hilfe der Zahl 111,3 vom Jahre 1848 ab bis in die ältesten Zeiten die säkularen Perioden zurückgerechnet und die darin enthaltenen, etwa je 28 Jahre dauernden, zweimal miteinander wechselnden Geistes- und Kriegsperioden mit den wirklich beobachteten Geschichtsperioden verglichen habe. Dieser Vergleich hat als eine unumstössliche historische Thatsache ergeben, dass erstlich die grossen Kriegsthaten, welche eine weltbewegende Bedeutung besessen haben, ausnahmslos in den Perioden grosser Dürre, d. h. in den Zeiten eines niedrigen Grundwasserstandes, stattgefunden haben, dass dagegen zweitens die grossen Blüteperioden der Litteratur, Kunst und Wissenschaft, sowie die gewaltigen Errungenschaften der Technik und Industrie gerade in die Maximalperioden des Grundwasserstandes fallen. Nach dem hier abgebildeten Diagramm, das Herr Baurat *Ernst Sasse* für die Geschichte der leicht erregbaren französischen Nation aufgestellt und mir zu verwerten erlaubt hat, lässt sich sogar der Einfluss der kleineren Sonnenfleckenperiode, welche mit der Umlaufszeit des Jupiters um die Sonne nahezu zusammenfällt, ziemlich deutlich erkennen, während die Maximal- und Minimalzeiten und die grossen Doppelperioden von je zwei Halbperioden zu 55,55, also mit einer Gesamtdauer von 111,3 Jahren, sich scharf abheben.

Zur inneren Begründung der vorgenannten Thatsache ist zu bemerken, dass unsere Organe uns nur durch die Absorption gewisser Wellenbewegungen, welche von den wirksamen Körpern ausgesandt werden, über die Vorgänge ausser uns Aufklärung verschaffen können. Es muss daher auch die Intensität der Empfindungen zu den sie verursachenden Reizen in derselben gesetzlichen Beziehung stehen, wie z. B. in der Physik die Temperatur zu dem mit der Zeit sich ändernden Absorptions- und Emissionsvermögen. Thatsächlich beherrscht auch dasselbe Gesetz unsere Empfindungen und deren Reize, wie es sich zwischen der Temperatur und dem Absorptionsvermögen zeigt, denn beide Vorgänge werden durch dieselben mathematischen Formeln innerhalb gewisser Grenzen exakt dargestellt. Um sich hiervon zu überzeugen, braucht man *Fechner*'s psychophysische Massformel nur mit der Emissionsformel der Aetherwellen zu vergleichen. Die erstere lautet nämlich, wenn man dieselbe auf den oberen Schwellenwert als Ausgangspunkt umschreibt,

$$r = 0 . e^{-\frac{s}{m}},$$

d. h. der Endreiz nimmt, wenn 0 der Anfangsreiz ist, in geometrischer Reihe ab, während die Empfindung in arithmetischer Reihe wächst. Die Emissionsformel der Wärme lautet dagegen

$$t = t_0 . e^{-px},$$

d. h. die Endtemperatur nimmt, wenn t_0 die Anfangstemperatur ist, in geometrischer Reihe ab, während die Zeit x in arithmetischer Reihe zunimmt. In der vorstehenden Formel sind die Grössen m, p und 0 bekannte Konstanten. Was für die Wärme gilt, gilt auch für alle übrigen Aetherschwingungen, so dass die durch die Theorie und die Beobachtungen begründete Behauptung, dass auch der Organismus den Grundgesetzen der Mechanik unterworfen ist, ebenfalls vom psychophysischen Standpunkte aus berechtigt ist und demgemäss die Uebereinstimmung der Geistes- und Kriegsperioden im Völkerleben mit den Sonnenfleckenperioden nicht mehr als wunderbar erscheinen kann.

Mit der Eingangs besprochenen Freiheit des Menschenwillens ist es nach den vorstehenden Ausführungen keineswegs so sicher bestellt, als man gewöhnlich annimmt. Im Gegenteil ist der Mensch, wenn er auch ein ζῶον πολιτικόν ist, nach Beschaffenheit und Fähigkeiten ein Produkt der Natur und als solches ist er, wenn er auch nach gewissen

Richtungen hin sich seinen Anlagen und seinen Trieben gemäss frei entwickeln und ausleben kann, an die Gesetze der Natur unwandelbar und unweigerlich gebunden. In noch höherem Masse gilt jedoch dies für das Leben und die Entwickelungen der Völker und Rassen des Erdenrunds. Ebenso sicher wie man nach dem Eingangs angeführten Prinzip von Professor *Hertz* aus den für lange Zeiträume beobachteten Fleckenperioden der Sonne auf deren regelmässige Wiederkehr gemäss dem Umlauf der sie verursachenden Planeten für die Zukunft zu schliessen berechtigt ist — ebenso sicher darf man daher auch nach den bisher durch die Geschichte als thatsächlich bewiesenen und damit gleichlaufenden periodischen Schwankungen zwischen den Geistes- und Kriegsperioden im Völkerleben ebenfalls auf deren Wiederkehr einen Schluss ziehen, zumal da im letzten Jahrhundert die beiden fraglichen Periodenreihen sogar in den einzelnen Abstufungen dem Grade nach miteinander übereinstimmen. Hieraus folgt, dass nach Ablauf der wasserreichen Periode von 1876 bis etwa 1900 ein ähnlicher Weltkrieg wie derjenige *Bonaparte*'s die Völker der Welt aufeinanderplatzen lassen wird. Das drohende Gespenst des kommenden Weltkrieges wirft in der That schon jetzt seine Schatten und lässt seine fahlen Lichter durch dräuende Wetterwolken, unheimliche Gluten bergend, hindurchscheinen, wie dies auf dem von Kaiser *Wilhelm II.* dem Kaiser von Russland geschenkten Bilde in künstlerischer Weise dargestellt und, wie die jetzigen Wirren in China zeigen, richtig vorausgeschaut worden ist. Bezüglich des Vordringens der Mongolen, das auf dem Gemälde durch den chinesischen Kriegsdrachen versinnbildlicht wird, ist zu bemerken, dass nach einer 550- bezw. 220- und 110-jährigen Periode zu schliessen, im nächsten Weltkriege die Mongolen zurückgedrängt, aber in der zweiten Kriegsära des 20. Jahrhunderts mit einer Gewalt gleich derjenigen Tamerlans oder Attilas auf die Völker Europas losstürmen werden. — Qui vivra verra!

Kleinere Mitteilungen.

Dampfdynamo von 3000 Kilo-Watt.

In der Zentrale Oberspree der *Berliner Elektrizitätswerke* ist die erste der daselbst zur Aufstellung kommenden Dampfdynamos von 3000 Kilo-Watt (4000 PS) Leistung kürzlich in Betrieb gesetzt worden.

Die von der *Allgemeinen Elektrizitätsgesellschaft Berlin* erbaute Dynamomaschine hat 8,6 m Durchmesser und wiegt 160000 kg, sie liefert Drehstrom von 6000 Volt Spannung. Der Induktor ist auf der durchbohrten Kurbelwelle der antreibenden viercylindrigen Dreifach-Expansionsdampfmaschine direkt befestigt.

Die Dynamo speist gegenwärtig das ausgedehnte Kabelnetz von Ober- und Niederschöneweide-Johannisthal, an welches viele grosse Werke angeschlossen sind. Schon im Herbst d. J. nach Fertigstellung der im Bau befindlichen weiteren drei Maschinen gleicher Grösse wird sie jedoch auch den Strom nach Berlin senden, wo er von den Unterstationen in der Mariannenstrasse, Pallisadenstrasse, Voltastrasse und Wilhelmshavenerstrasse den Stadtteilen zufliessen wird, die wegen völliger Belastung der bestehenden Zentralen auf den Bezug von Elektrizität für Beleuchtung und Kraftübertragung bisher verzichten mussten. Der genannten Station der *Berliner Elektrizitätswerke* an Grösse gleich ist das im Bau befindliche Werk am Südufer.

Eine der erwähnten Dynamos ist von der *Allgemeinen Elektrizitätsgesellschaft* im Annexe Allemande der Pariser Weltausstellung ausgestellt und erregt dort wegen ihrer die bisherigen Konstruktionen um vieles übertreffenden Abmessungen und wegen ihrer Ausführung die ungeteilte Bewunderung der Fachleute.

Deutscher Schiffsbau.

Das Reichsmarineamt hatte vor einigen Monaten eine Schiffbauuntersuchungskommission eingesetzt, die den Zweck hatte, die Leistungsfähigkeit des deutschen Schiffbaues zu prüfen, um danach die Verteilung der in der Flottennovelle vorgesehenen Neubauten zu bemessen. Aus den Ergebnissen dieser Untersuchung hebt die *Nat.-Ztg.* folgendes hervor:

Zur Zeit der angestellten Erhebungen waren in den deutschen Werften der Ost- und Nordsee gegen 35000 Arbeiter beschäftigt, und zwar zum erheblich grösseren Teile im Gebiete der Ostsee, wie denn überhaupt, im Gegensatz zur Reederei, der Schiffbau an der deutschen Ostseeküste einen bedeutenden Vorsprung vor dem der Nordsee hat. Allein die sechs wichtigsten Ostseewerften beschäftigten die Hälfte aller in den Nord- und Ostseewerften zusammen gezählten Arbeiter, und sie verfertigten im Jahre 1898 Schiffe von zusammen mehr als 150000 indizierten Pferdekräften und rund 75000 t; die Tonnage der auf diesen sechs Werften im letzten Jahre fertiggestellten und noch im Bau befindlichen Schiffe belief sich sogar auf rund 360000 t. Auch am Bau von Kriegsschiffen, sowohl für Deutschland wie für das Ausland, waren die deutschen Werften an der Ostseeküste in erster Linie beteiligt; sie hatten, abgesehen von den in jenem Jahre fertiggestellten, 1899 noch im Bau: 18 Kriegsschiffe für deutsche und 16 für fremde Rechnung, die Nordseewerften dagegen nur vier für deutsche und keines für fremde Rechnung. Die künftige Leistungsfähigkeit ergibt einen Vergleich der vorhandenen und projektierten Hellinge; von ihnen zählen die Ostsee- und Nordseewerften die höchst ansehnliche Zahl von je 106; der rastlose Aufschwung geht daraus hervor, dass davon zur Zeit der Untersuchung zusammen 32 neu projektiert waren, also nicht viel weniger als 50% der vorher schon vorhandenen. Die Ueberlegenheit der Ostseewerften zeigt sich wieder bei der Grösse der Hellinge; hier gibt es nämlich in Zukunft 21 Hellinge von über 150 m Länge, in der Nordsee dagegen kaum halb so viel. Uebrigens ändert der Abstand in der Gesamtzahl nichts an der Thatsache, dass sich auch im Nordseegebiet deutsche Werften allerersten Ranges finden, deren grösseste im letzten Jahre sogar die Produktion der grössesten deutschen Ostseewerft in Bezug auf den Tonnengehalt der erbauten Schiffe übertraf.

Die Zahl der im Besitz der deutschen Schiffswerften befindlichen Docks stieg von 9 Docks im Jahre 1880 auf 17 im Jahre 1890 und 27 im Jahre 1900; so wurde es den deutschen Reedereien ermöglicht, ihre Schiffe nunmehr im Heimathafen docken und untersuchen zu lassen, während sie früher hierzu meist die englischen sowie dänischen und schwedischen Docks in Anspruch nehmen mussten.

Bücherschau.

Une langue universelle est-elle possible? Paris. Librairie Gauthier-Villars. Prix de la brochure 1 Fr.

Telle est la question que se pose *M. Leau* dans une brochure publiée chez *Gauthier-Villars*. L'auteur réfute les objections qui peuvent lui être faites: il pense que les insuccès obtenus jusqu'ici tiennent au manque de méthode apporté à la recherche d'une langue universelle qui rendrait cependant de si grands services aux savants et aux commerçants. Les Congrès de 1900 peuvent et doivent émettre des vœus en faveur d'une langue universelle, puis nommer une délégation qui aura toute autorité pour résoudre la question.

Krämer, **Dynamo-Gleichstrommaschinen.** Zweite gänzlich neu bearbeitete und vermehrte Auflage. VI und 101 S., 49 Textfig. und 25 Tafeln. Verlag von Oskar Leiner. Leipzig 1900. Preis geb. 15,50 M.

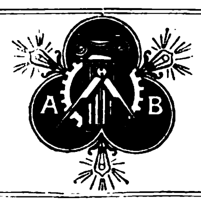
Das für den Konstrukteur bestimmte Werk enthält ausser einer Anzahl durchgerechneter Beispiele, welche auf die Konstruktionszeichnungen der Tafeln Bezug nehmen, noch eine Reihe von Rechnungs- und Fabrikationstabellen. Der Verfasser „setzt ein nicht unbedeutendes Mass elektrotechnischen Wissens voraus“, hätte aber unseres Erachtens trotzdem die Bedeutung so mancher benutzten Formel kurz erläutern dürfen. Für die Ankerrückwirkung ist an verschiedenen Stellen einfach eine Zahl gesetzt, ohne jegliche Begründung, bisweilen ist sie gar nicht erwähnt; auch dürfte mancher Leser mit uns der Ansicht sein, dass die vielen ohne genügende Charakterisierung in dem Werk verteilten Magnetisierungskurven durch eine einzige, mittlere hätten ersetzt werden dürfen. Der Wert des Buches dürfte in den zum Teil in Farbendruck ausgeführten Tafeln liegen, vorausgesetzt, dass in ihnen die vielen mangelhaften Angaben der ersten Auflage vermieden sind.

Arnold Bergsträsser Verlagsbuchhandlung (A. Kröner) Stuttgart.
Druck der Union Deutsche Verlagsgesellschaft ebendaselbst.



DINGLERS
POLYTECHNISCHES JOURNAL.
81. Jahrg., Bd. 315, Heft 38. Stuttgart, 22. September 1900.

Jährlich 52 Hefte in Quart. **Abonnementspreis** vierteljährlich 6 M., direkt franko unter Kreuzband für Deutschland und Oesterreich 6 M. 65 Pf., für das Ausland 7 M. 30 Pf. Redaktionelle Sendungen und Mitteilungen bittet man zu richten: An die Redaktion von „Dinglers Polytechn. Journal" in Stuttgart, die Expedition betreffende Schreiben an Arnold Bergsträsser Verlagsbuchhandlung (A. Kröner) Stuttgart.



Die Dampfmaschinen der Pariser Weltausstellung.

Von **Fr. Freytag**, Chemnitz.

(Fortsetzung von S. 581 d. Bd.)

Die Aktiengesellschaft der Maschinenfabriken von *Escher, Wyss und Cie.* in Zürich hat eine mit Dynamo der *Maschinenfabrik Oerlikon* direkt gekuppelte liegende Verbundtandemmaschine mit Rundschiebersteuerung von normal 1000 PS (maximal 1200 PS), ferner eine stehende Dreifach-Expansionsmaschine von 260 bis 300 PS mit Flachschiebersteuerung ausgestellt. Beide Maschinen zeigen wohl durchdachte Konstruktionen und saubere Ausführungen der Einzelteile; sie gehören zu den besten Dampfmaschinen der Ausstellung.

Die in Fig. 11 (s. f. S.) dargestellte Dampfdynamo hat Cylinder von 650 bezw. 1100 mm Durchmesser für 1200 mm Kolbenhub; sie ist für eine normale Tourenzahl von 105 in der Minute und für 9 bis 10 at Admissionsüberdruck gebaut.

Um die Betriebssicherheit der Maschine nach jeder Hinsicht zu wahren, ist auf möglichste Einfachheit in der Konstruktion aller bewegten Teile besondere Rücksicht genommen. Die Abmessungen der sich reibenden Flächen sind derart bemessen, dass trotz der hohen Tourenzahl auch bei Dauerbetrieb ein Warmlaufen derselben ausgeschlossen bleibt.

Der Niederdruckcylinder ist direkt mit dem mittels drei breiten Füssen auf dem Fundament gelagerten Bajonettbalken verschraubt, während der Hochdruckcylinder hinter dem Niederdruckcylinder liegt — eine Anordnung, welche eine hintere Kolbenstangenführung entbehrlich macht. Das mit dem Bajonettbalken zusammengegossene Kurbellager von 400 mm Durchmesser und 750 mm Länge hat vierteilige, mittels Schrauben nachstellbare Schalen. Die Gleitbahn des Kreuzkopfes ist mit Wasserkühlung versehen. Das die beiden Cylinder verbindende, auf kräftigem Fuss ruhende Mittelstück ermöglicht zufolge eines genügend weiten Ausschnittes das bequeme Ausheben des Niederdruckkolbens. Im Inneren des Mittelstückes ist eine nachstellbare Kolbenstangenführung angebracht. Die Kolbenstange selbst ist in den Stopfbüchsen der Dampfcylinder mit beweglichen Pakkungen (United States Metallic Packing) geführt.

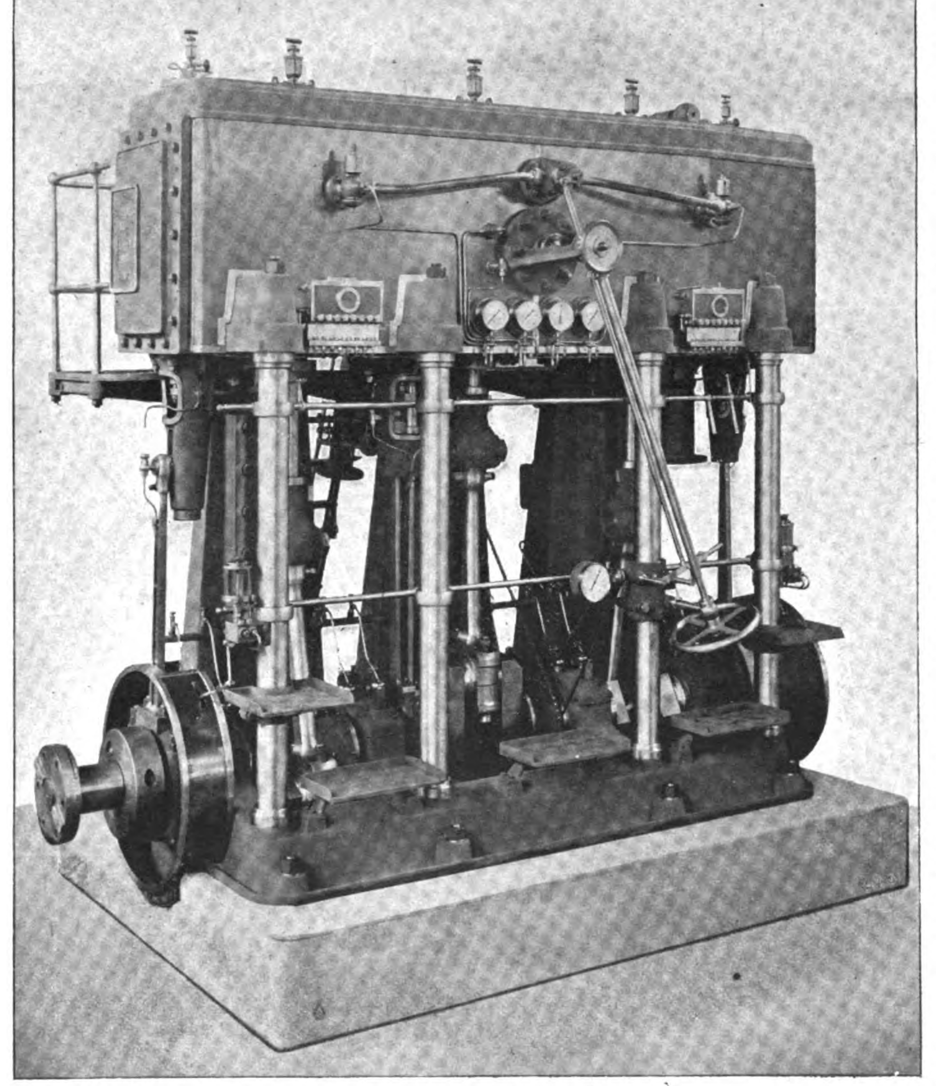


Fig. 12.
Dreifach-Expansionsmaschine von Escher Wyss und Cie.

Jeder Dampfcylinder ist mit seinem Mantel und den Hahngehäusen aus einem Stück gegossen. Die Mantelheizung des Hochdruckcylinders erfolgt durch direkten Kesseldampf, während der Niederdruckcylinder vom Receiverdampf umspült wird.

Die Kolben der Dampfcylinder tragen gusseiserne Ringe, System *Ramsbottom*.

Zur Steuerung der Maschine sind an jedem Cylinder vier Corliss-Rundschieber angeordnet. Jede der beiden Steuerungen wird durch ein besonderes Exzenter der Schwungradwelle angetrieben. Am Niederdruckcylinder ist

die von Hand verstellbare Steuerung zwangläufig ausgebildet, während am Hochdruckcylinder ein Ausklinkmechanismus — ähnlich wie bei der bekannten Fricart-Steuerung — in Anwendung gebracht ist, wobei die zweite Bewegung des aktiven Mitnehmers von der Regulatorwelle abgeleitet wird.

Fig. 11. Verbundtandemmaschine von Escher, Wyss und Cie. mit Dynamo der Maschinenfabrik Oerlikon.

Um der Steuerung ein möglichst einfaches und ruhiges Aussehen zu geben, ist von der Anordnung der bei Corliss-Maschinen sonst üblichen, inmitten der Cylinder liegenden Schwingscheiben Abstand genommen. Durch die besondere Anordnung der äusseren Steuerung ist dabei noch erreicht worden, dass die den meisten Hahnsteuerungen eigentümliche, aus der Pufferkraft resultierende starke Belastung der Hahnspindeln nahezu vollständig in Wegfall gekommen ist.

Der Federregulator, welcher in der vorliegenden Konstruktion von *Escher, Wyss und Cie* schon seit vielen Jahren ausgeführt wird, ist mit einem Mechanismus versehen, der auch während des Ganges der Maschine ein Verstellen der Tourenzahl derselben — bis zu 10 %. — von Hand gestattet. Der Ungleichförmigkeitsgrad bleibt hierbei konstant.



Der Antrieb des Regulators erfolgt durch ein Präzisionsrädergetriebe, welches, wie bereits erwähnt, auch den Antrieb der Reguliervorrichtung am Auslösemechanismus der Hochdrucksteuerung besorgt.

Der Einspritzkondensator mit horizontal angeordneter, vom Kurbelzapfen aus angetriebener doppeltwirkender Luftpumpe von 480 mm Kolbendurchmesser und 550 mm Hub ist vorn unten im Maschinenfundament untergebracht.

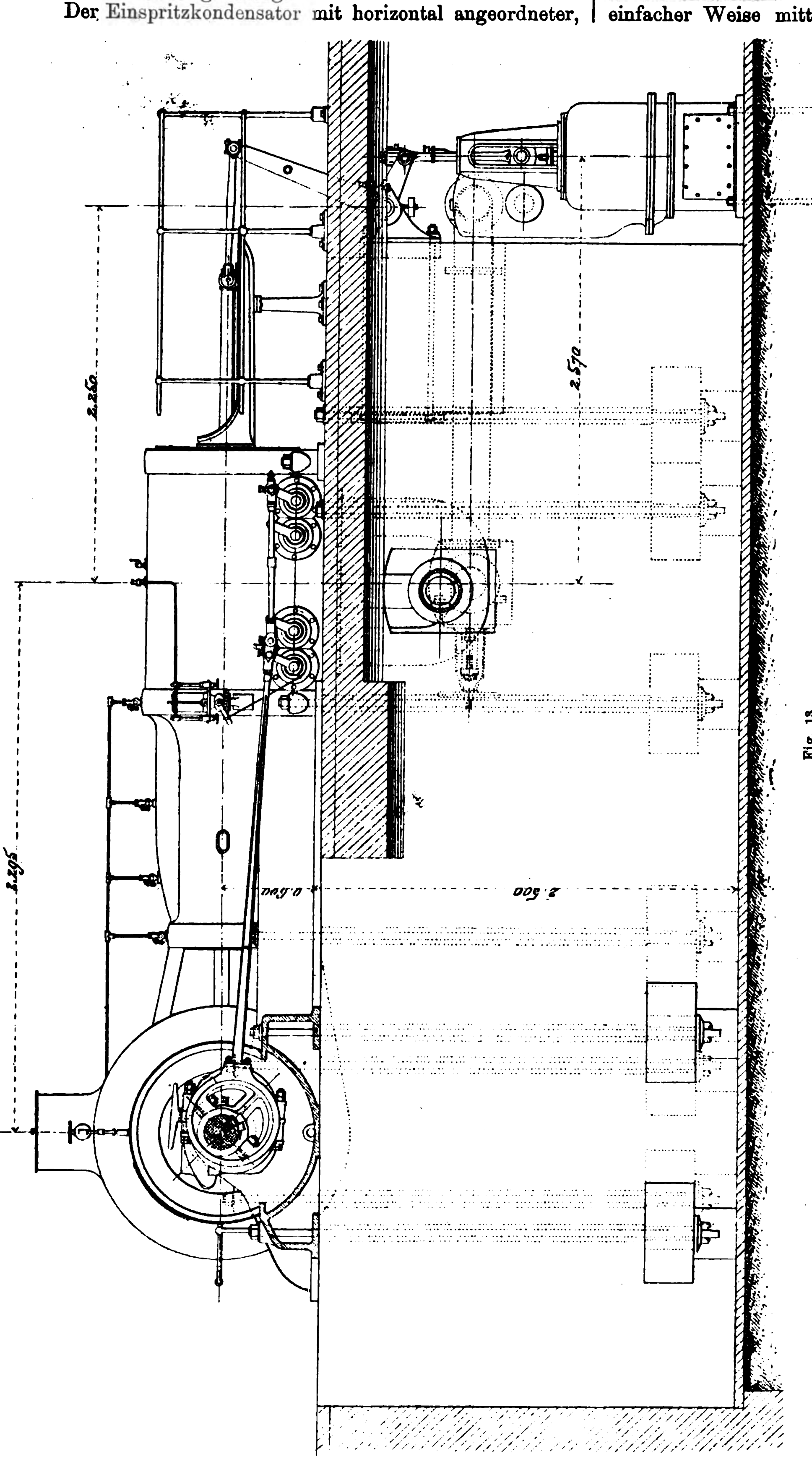


Fig. 13. Verbunddampfmaschine von der Prager Maschinenbau-A.-G. vorm. Ruston und Co.

Das Dampfschaltwerk der Maschine, dessen Bewegungen mittels Schnecken- und Stirnradgetriebe auf den am rotierenden Anker der Dynamomaschine angebrachten Schaltzahnkranz übertragen werden, besteht aus drei einfachwirkenden Dampfcylindern von je 100 mm Bohrung und 100 mm Kolbenhub, die bei 300 minutlichen Umdrehungen etwa 12 PS entwickeln. Die Steuerung der Cylinder erfolgt in einfacher Weise mittels kleiner Kolbenschieber von einer unrunden Steuerscheibe aus.

Das gleichzeitig als Schwungrad ausgebildete Magnetrad der von der *Maschinenfabrik Oerlikon* gebauten Dynamo — ein 1300 Kilo-Voltampère-Drehstromgenerator für 5500 Volt Spannung — ist direkt auf der Schwungradwelle der Dampfmaschine befestigt. Auf der Ausstellung arbeitet der Generator als Einphasenstromerzeuger für 1000 bis 1200 PS bei 2200 Volt Spannung mit Parallelschaltung der Armaturwickelung.

Das aus Gusseisen gefertigte Dynamogehäuse von 6200 mm äusserem Durchmesser dient zur Aufnahme des aus weichen Stahlblechen von je 0,35 mm Dicke zusammengesetzten Armaturkörpers, in dessen offene Nuten auf besonderen Maschinen gewickelte, durch Fiberkeile gehaltene Spulen eingesetzt sind. Das zweiteilige Gehäuse ruht beiderseits auf besonderen Grundplatten, die ein genaues Einstellen desselben sowohl in senkrechter, als wagerechter Richtung gestatten. Auf den Schwungkranz des Magnetrades sind 64 Magnetpole aufgesetzt. Die Befestigung derselben geschieht durch schwalbenschwanzförmige Keile, die mittels Schrauben am Schwungkranz befestigt sind. Die aus 1 mm dickem Eisenblech zusammengesetzten Pole tragen die Magnetspulen, die ihrerseits auf Blechspulengehäuse aufgewickelt sind. Die Erregerdynamo ist eine 12polige Gleichstrommaschine. Die direkt auf die Nabe des Magnetrades aufgesetzte Armatur des Erregers hat eine Grammringwickelung. Das aus Stahlguss hergestellte Gehäuse steht auf einer in die Grube des Generators eingebauten Konsole. Die 12 Stahlgusspole sind mittels je zweier Schrauben am Gehäuse befestigt.

Die in Fig. 12 (s. S. 597) ersichtliche, stehende Dreifach-Expansionsdampfmaschine der genannten Firma ist ebenfalls für direkte Kuppelung mit einer entsprechenden Dynamo gebaut; sie hat Cylinder von 320, 520, 800 mm Durchmesser für 450 mm Kolbenhub und entwickelt mit 175 minutlichen Umdrehungen bei einem Admissionsüberdruck von 12 bis 13 at eine Leistung von 260 bis 300 PS_e. Die Dampfcylinder sind auf kräftigen, gusseisernen Ständern und Stahlsäulen gelagert, die ihrerseits wieder mit der eigentlichen Fundamentplatte verschraubt sind. Behufs leichter Zugänglichkeit aller Steuerorgane liegt der Hochdruckcylinder zwischen dem Mitteldruck- und Niederdruckcylinder. Alle drei Cylinder sind mit Dampfmänteln ver-

sehen, von denen derjenige des Hochdruckcylinders mit Frischdampf, diejenigen der beiden anderen Cylinder mit Receiverdampf geheizt werden. Der Hochdruckcylinder hat Rider-Kolbenschiebersteuerung mit *innerer* Einströmung, so dass die Stopfbüchsen nur gegen den Receiverdampf abzudichten haben.

Mittel- und Niederdruckcylinder werden von je einem *Penn*'schen Flachschieber, dessen Gewicht von einem Entlastungskolben aufgenommen wird, gesteuert.

Zum Regeln der Geschwindigkeit der Maschine dient ein horizontal angeordneter Federpendelregulator ohne Gewichtsbelastung; derselbe ist mit einer Vorrichtung zum Verstellen der Tourenzahl während des Ganges — um ± 5 % der normalen Umdrehungszahl — versehen. Der Antrieb des Regulators erfolgt mittels Stahlgelenkkette von der Maschinenwelle aus. Letztere ist mit ihren drei unter 120° stehenden Kurbeln aus einem Stück geschmiedet und trägt an dem einen Ende — für Anschluss der Dynamowelle — einen angeschmiedeten Kuppelungsflansch. Auf der anderen Seite der Maschine (Niederdruckseite) befindet sich die unter Flur liegende einfachwirkende Luftpumpe stehender Anordnung mit dem Einspritzkondensator.

Behufs Anlassens der Maschine in jeder Kurbelstellung sind besondere Ventile zur Einführung von Frischdampf in jeden der drei Cylinder angeordnet.

Die *Prager Maschinenbau-A.-G. vorm. Ruston und Co.* in Prag führt eine ebenfalls vorzüglich ausgeführte liegende Verbunddampfmaschine mit einem auf der Schwungradwelle sitzenden Křižik-Drehstrommotor vor; dieselbe soll nach der Ausstellung zur Stromerzeugung für die elektrische Beleuchtung des Bahnhofs in Pilsen (Böhmen) dienen.

Die in Fig. 13 bis 16 ersichtliche Maschine hat Cylinder von 370 bezw. 600 mm Durchmesser für 700 mm Kolbenhub und kann mit 150 minutlichen Umdrehungen laufen.

In Pilsen wird die Maschine mit 120 minutlichen Umdrehungen bei einem Admissionsdruck von 10 at normal etwa 240 PS_i entwickeln. Sie kann mit gesättigtem und überhitztem Dampf, ferner mit oder ohne Kondensation betrieben werden.

Bemerkenswert ist die Steuerung der Maschine, welche nach dem insbesondere in Oesterreich gebräuchlichen Typus schnell laufender Dampfmaschinen bei dem Hochdruckcylinder durch Ventile, bei dem Niederdruckcylinder durch Corliss-Schieber bewirkt wird.

Diese Anordnung bietet wesentliche Vorteile, von denen insbesondere diejenigen des Rundschiebers als Auslassorgan **hervorzuheben sind. Der Corliss-Schieber gestattet die schäd**lichen Räume auf den kleinsten Betrag herabzumindern; er gibt kurze, einfach geformte Dampfwege, kleine Abkühlungsflächen, gestattet geräuschlose Bewegungen der Steuerungsorgane bei einfachster Anordnung der äusseren Steuerteile, macht seine Bahn selber frei, falls fremde Körper am Schieberspiegel die Dichtheit gefährden, und gewährt, da beim Abschluss jeder Stoss oder Schlag vermieden wird, die Sicherheit, dauernd dicht zu bleiben. Die Ventilsteuerung am Hochdruckcylinder wiederum gestattet bei hohem Dampfdruck und hohen Temperaturen des Arbeitsdampfes die Anwendung verhältnismässig grosser Umdrehungszahlen. Die Cylinder sind mit Dampfmänteln versehen, von denen derjenige des Hochdruckcylinders mit Frischdampf, derjenige des Niederdruckcylinders mit Re-

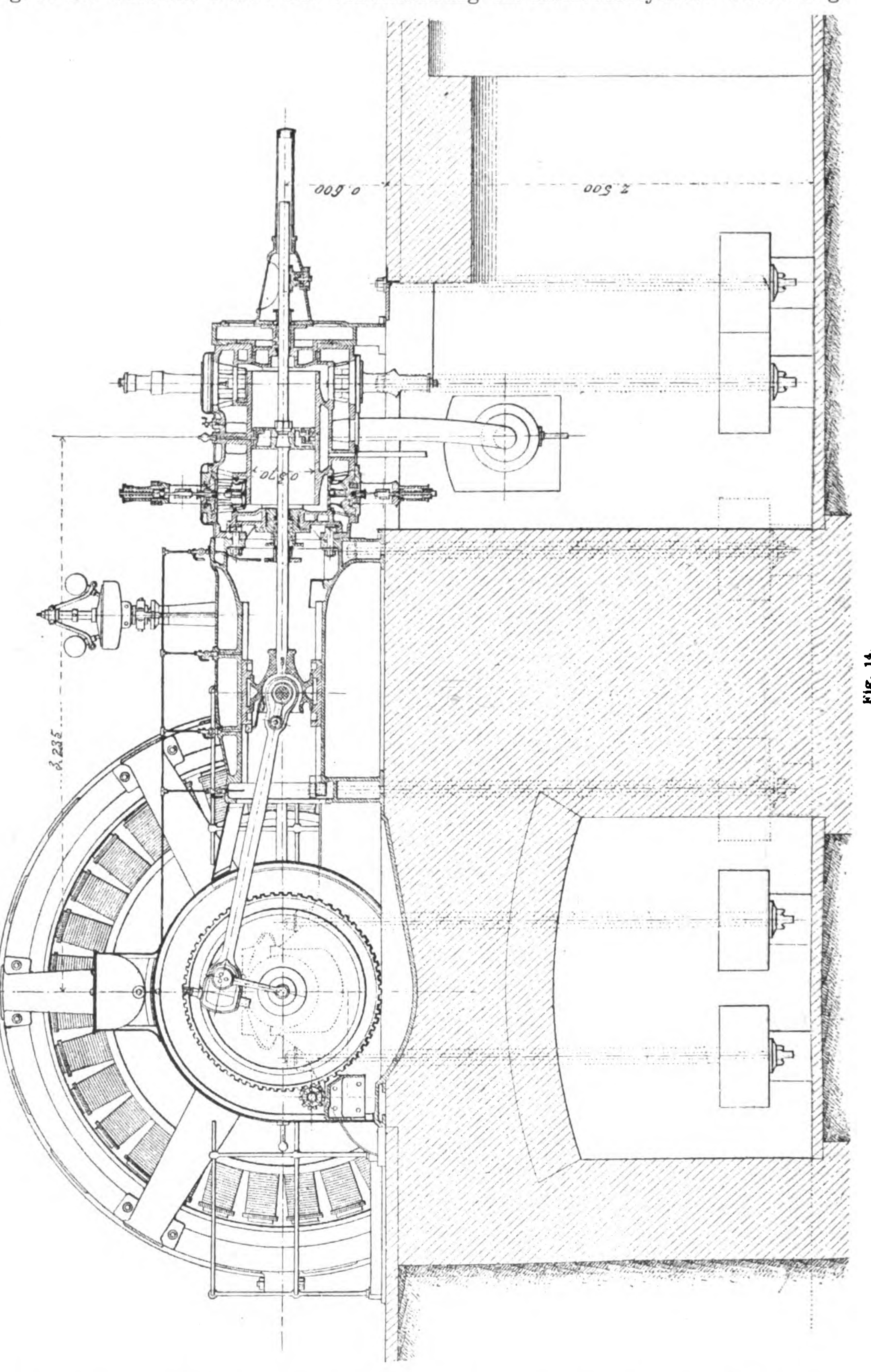


Fig. 14. Verbunddampfmaschine von der Prager Maschinenbau-A.-G. vorm. Ruston und Co.

ceiverdampf geheizt wird. Das Packungsmaterial der Stopfbüchsen ist mit Rücksicht auf die Verwendung überhitzten Dampfes gewählt.

Fig. 15. Verbunddampfmaschine von der Prager Maschinenbau-A.-G. vorm. Ruston und Co.

Die Erregerdynamo wird durch ein auf der Kurbelscheibe der Hochdruckseite der Maschine befestigtes Zahnrad angetrieben; dasselbe steht mit einem Getriebe in Eingriff, dessen Achse mittels biegsamer Ausrückkuppelung mit derjenigen der Erregermaschine verbunden ist.

Der Hochdruckcylinder hat verbesserte Radovanovic-Steuerung, die unter Mitwirkung eines *Pröll*'schen Regulators arbeitet.

Bei der ursprünglichen Radovanovic-Steuerung (Fig. 17) werden die Einström- und Ausströmventile durch ein auf der Steuerwelle *a* befestigtes Exzenter *b* bethätigt. Am Bügel *c* desselben ist mittels Bolzen *d* die Stange *e* befestigt, welche durch den auf der Fläche *h* wälzenden Hebel *k* mit dem Auslassventil verbunden ist. Die Verlängerung des Bügels *c* bildet einen zweiten, die Schlitzscheibe *f* umfassenden Bügel, der mittels der bei *A* angreifenden Zugstange e_1 und eines auf der Fläche h_1 wälzenden Hebels k_1 das Einlassventil bethätigt. Die Schlitzscheibe gleitet auf einem Stein *g* der Welle *r*, dessen jeweilige, vom Regulatorstande abhängige Lage die Dauer der Dampfeinströmung in den Cylinder bestimmt.

Bei der verbesserten Radovanovic-Steuerung sind, wie Fig. 16 zeigt, die einfachen Hebel *k* und k_1 behufs Vermeidung eines Wechsels in den Kraftäusserungen, denen die zur Bethätigung der Ventile dienenden Stangen ausgesetzt sind, durch analog arbeitende Doppelhebel ersetzt. Die nach den Einlassventilen führenden Stangen wirken jetzt drückend, diejenigen, welche die Auslassventile bethätigen, nur ziehend.

Die Doppelhebel verhüten im übrigen auch jede seitliche Bewegung der Steuerungsteile, so dass sich die Ventile sanft und sicher öffnen bezw. schliessen lassen. Die im unteren Teile des Niederdruckcylinders liegenden vier Corliss-Schieber werden, wie Fig. 13 erkennen lässt, durch zwei Exzenter der Schwungradwelle direkt bethätigt.

Die doppelt wirkende Luftpumpe stehender Anordnung wird von der verlängerten Kolbenstange des Niederdruckcylinders aus betrieben.

Zum Anstellen der Maschine dient ein auf der Kurbelwelle befestigtes Schneckenrad, welches mittels Schraube

ohne Ende bezw. durch einen auf deren Achse sitzenden Klinkenhebel gedreht wird, der sich, falls die Maschine

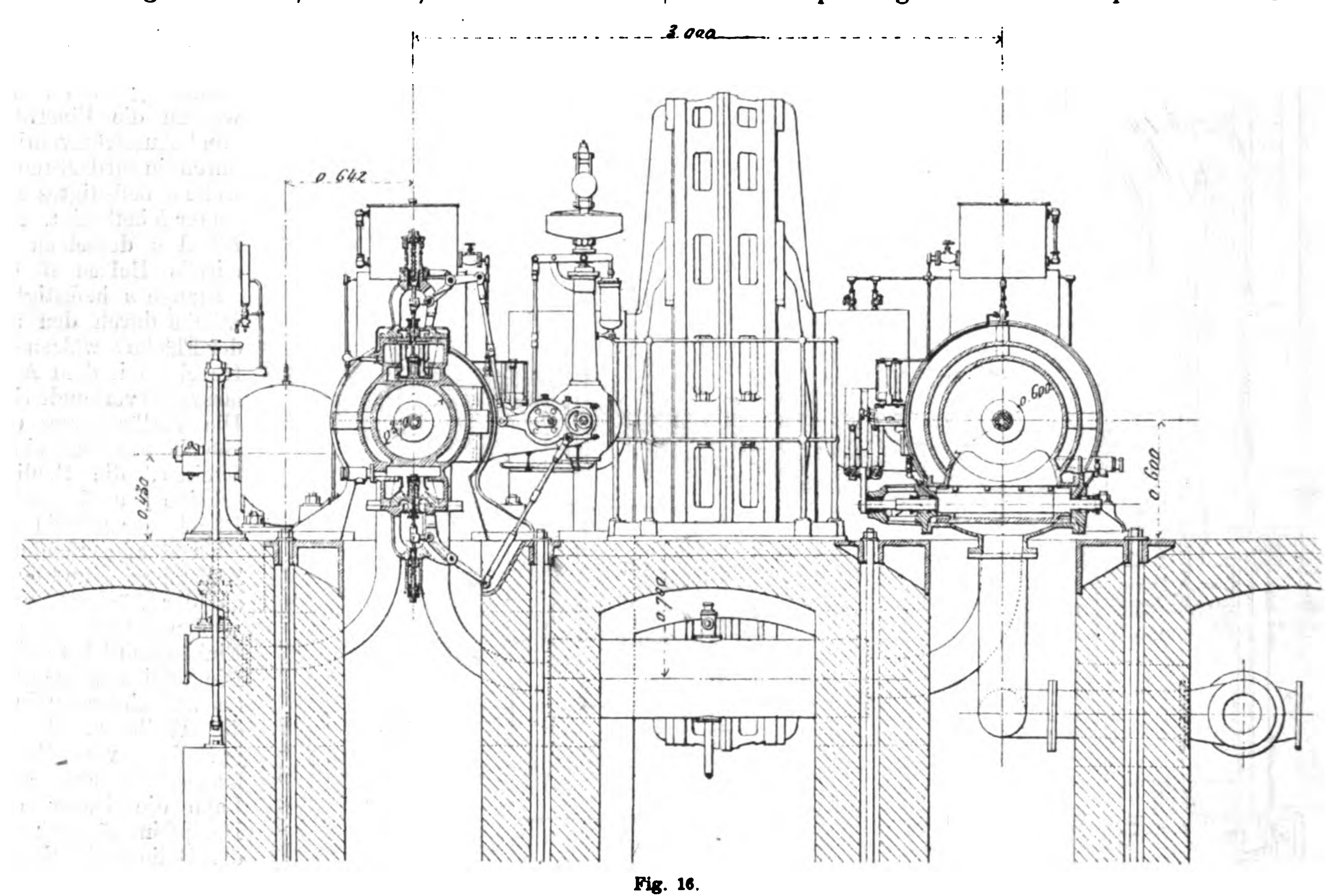


Fig. 16.
Verbunddampfmaschine von der Prager Maschinenbau-A.-G. vorm. Ruston und Co.

unbeabsichtigt in Bewegung kommen sollte, selbstthätig auslöst.

Die Schmierung aller bewegten Teile der Maschine erfolgt, auch während des Ganges derselben, von zwei auf den Schutzgehäusen der Kurbelscheiben sitzenden Behältern aus mittels Rohrleitungen, die nach den verschiedenen Schmierstellen hinführen. Hier enden sie in je einem Hahn, der auf seinem unteren Teile das sichtbare Abfliessen des Oeles erkennen lässt und entsprechend eingestellt werden kann. Die Kurbelzapfen haben Zentrifugalschmierung. Zur Schmierung der Dampfcylinder dienen selbstthätige Oelpumpen.

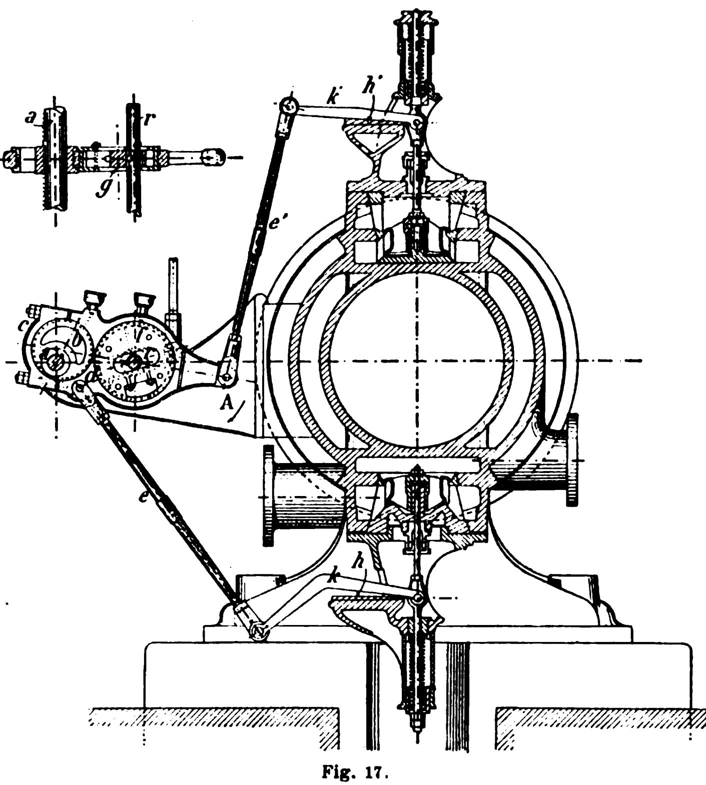


Fig. 17.
Ursprüngliche Radovanovic-Steuerung.

Eine mit Ventilsteuerung und Achsenregler, Patent *Knoller*, arbeitende liegende Verbundmaschine mit Kondensation hat die *Aktiengesellschaft für Maschinenbau vorm. Brand und Lhuillier* in Brünn ausgestellt.

Die Gesamtanordnung der mit einer Drehstromdynamo der Firma *Siemens und Halske* in Wien direkt gekuppelten Maschine zeigen Fig. 18 und 19. Sie hat einen Hochdruckcylinder von 360 mm und einen Niederdruckcylinder von 550 mm Durchmesser für 600 mm gemeinsamen Kolbenhub. Mit 120 minutlichen Umdrehungen soll die Maschine bei 10 at Admissionsspannung des Arbeitsdampfes 150 PS_i entwickeln. Die Maschine ist gleich wie die vorbesprochene Verbunddampfmaschine der *Prager Maschinenbau-A.-G. vorm. Ruston und Co.* mit einer Ventilsteuerung auf der Hochdruckseite und einer Corliss-Hahnsteuerung auf der Niederdruckseite ausgerüstet.

Fig. 20 und 21 zeigen die zwangläufige Ventilsteuerung, Patent *Knoller*, des Hochdruckcylinders.

Für jedes Einlassventil sind auf der Steuerwelle zwei Daumenscheiben unmittelbar nebeneinander angeordnet, von denen die dem Lager der Steuerwelle am nächsten liegende auf dieser festgekeilt ist und das Anheben (Oeffnen) des Ventils bewirkt. Die andere sitzt lose auf der genannten Welle und wird mittels Zugstangen vom Regulator entsprechend verstellt; sie bewirkt das Schliessen des Ventils.

Auf den Daumenscheiben läuft je eine Rolle — Oeffnungsrolle bezw. Schliessrolle —, die an den Enden eines kurzen, winkelförmigen Verbindungsstückes drehbar befestigt sind. Letzteres selbst schwingt um einen Zapfen, dem es die kombinierte Ausschlagbewegung der beiden Rollen mitteilt, die dann durch einen am Steuerwellenlager drehbar gelagerten Zwischenhebel auf die Ventilstange

Fig. 18.

Fig. 19.

Verbundmaschine mit Kondensation der Aktiengesellschaft für Maschinenbau vorm. Brand und Lhuillier mit Drehstromdynamo von Siemens und Halske

übertragen wird. Um die Stopfbüchsen der Ventilspindeln und damit ein Hängenbleiben des Ventils bezw. die Packungsschwierigkeiten bei Anwendung überhitzten Dampfes zu vermeiden, geschieht die Bewegungsübertragung auf das Ventil aber nicht direkt, sondern unter Zwischenschaltung eines im Ventilgehäuse gelagerten, mittels aufgeschliffenen Metallringes nach aussen abgedichteten kurzen Wellenstückes.

Der am inneren Ende dieses Wellenstückes befestigte Hebel ist in der üblichen Weise durch ein Querhaupt mit der Ventilspindel verbunden. Der Aussenhebel trägt ein kleines Federgehäuse, durch welches die Ventilstange hindurchgeführt ist. Letztere trägt an ihrem oberen Ende eine einstellbare Anschlagplatte, die bei der Abwärtsbewegung der Stange das Ventil anhebt, bei aufsitzendem Ventil aber unter dem Einflusse der Hilfsfeder sich frei nach abwärts bewegen kann.

Hierdurch wird erreicht, dass die Rollen während der ganzen Umdrehung der Steuerwelle an den Daumenscheiben anlaufen. Der Berührungswechsel erfolgt an den ebenen Flächen der Anschlagplatte.

Während einer Umdrehung der Steuerwelle ergeben sich die folgenden charakteristischen Stellungen der Steuerung:

1. *Anhubstellung* (Fig. 22). Der Oeffnungsdaumen steht mit dem Anfangspunkte seiner Erhöhung unter der Oeffnungsrolle, während die Schliessrolle auf dem konzentrischen

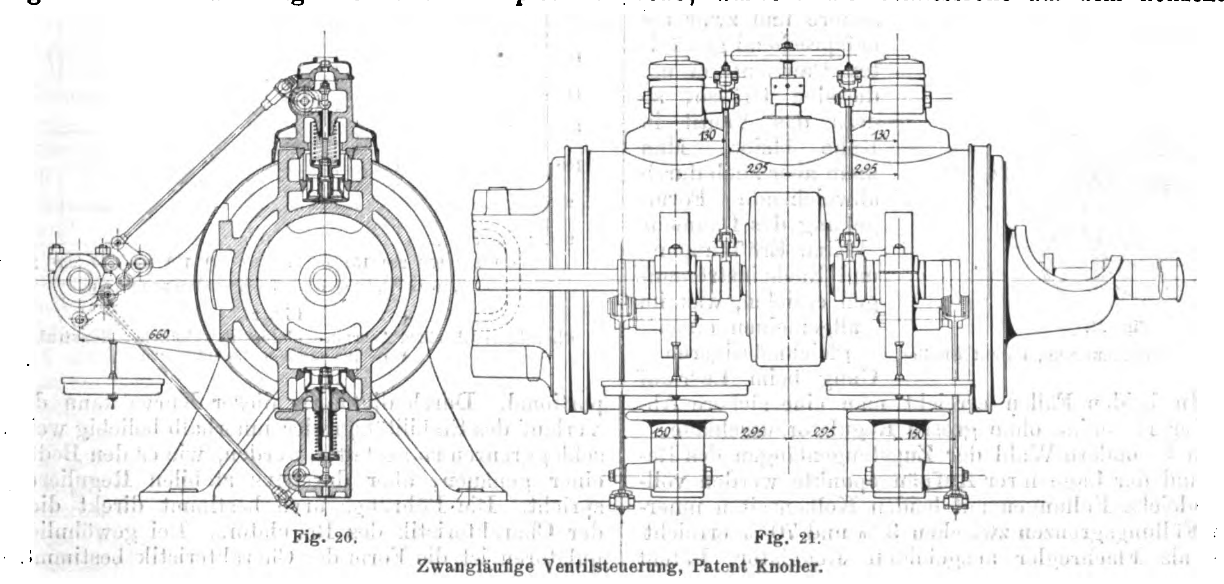


Fig. 20. Fig. 21.

Zwangläufige Ventilsteuerung, Patent Knoller.

Aussenkreise ihres Daumens läuft. Die Ventilstange ist so eingestellt, dass die Anschlagplatte eben das Federgehäuse berührt. Bei Weiterdrehung der Steuerwelle wird die Oeffnungsrolle und damit das Ventil angehoben. Eine Verstellung des losen Schliessdaumens durch den Regulator kann in dieser Lage keine Hubbewegung hervorrufen; die Steuerung gibt also bei allen Regulatorstellungen konstante Voreinströmung.

2. *Stellung bei ganz geöffnetem Ventil* (Fig. 23). Beide Rollen laufen auf den Aussenkreisen ihrer Daumen. So lange dies der Fall ist, bleibt das Ventil ganz geöffnet und der Ventilhub ist von der Regulatorstellung abhängig. Bei weiterer Drehung der Steuerwelle kommt der Abfall des Schliessdaumens unter die Schliessrolle, so dass das Ventil schliesslich auf seinen Sitz zurückgelangt.

3. *Schlussstellung* (Fig. 24). Die Schliessrolle ist längs des Daumenabfalles bis zu dessen Ende am inneren Grundkreise gelangt, die Oeffnungsrolle läuft jedoch auf dem Aussenkreise ihres Daumens. Die Lage des Zwischenhebels ist daher dieselbe wie in der Anhubstellung — das Ventil wird eben aufsetzen. Die Schliessgeschwindigkeit ist dabei für alle Füllungsgrade dieselbe; durch Nachstellung der Ventilstangenlänge lässt sich dieselbe regeln, wobei der Schliesspunkt mehr oder weniger an den Auslauf des Daumens heranrückt.

Fig. 22.

Fig. 23.

Fig. 24.

Zwangläufige Ventilsteuerung, Patent Knoller.

Die Steuerung gibt von den grössten Füllungen bis zu 15 % herunter ganze Eröffnung des Ventils; dann nimmt die Eröffnung langsam ab. Sie beträgt bei 7 % Füllung noch etwa 0,5, vermindert sich dann rascher und erreicht bei 3 % Füllung den Wert Null. Bei dieser Füllung fällt nämlich der Beginn des Anhubes mit dem Beginn des Schlusses zusammen. Während die eine Rolle gehoben wird, senkt sich die andere und zwar bei entsprechend gewählter Daumenform um dieselbe Grösse, so dass das Ventil in Ruhe bleibt. Man kann aber auch durch abweichende Formgebung des Daumens kleine Eröffnungen und Nacheinströmungen erzielen, was im allgemeinen einen gleichmässigeren Gang beim Leerlauf sichert. In beiden Fällen erreicht man eine sichere Abstellung der Maschine ohne grosse Regulatorausschläge.

Durch besondere Wahl der Zugstangenlängen des Regulators und der Lage ihrer Aufhängepunkte werden vollkommen gleiche Füllungen auf beiden Kolbenseiten innerhalb der Füllungsgrenzen zwischen 3 % und 70 % erreicht.

Der als Flachregler ausgebildete Regulator, Patent *Knoller*, sitzt direkt auf der Steuerwelle. Wie in Fig. 25 und 26 ersichtlich, sind die Federn desselben mit ihren inneren Enden an der Nabe des Regulatorgehäuses befestigt, während die äusseren Enden sich mittels Teller und Schneide gegen die kurzen Arme der beiden Gewichtspendel stützen. Jeder Teller trägt einen von der Feder

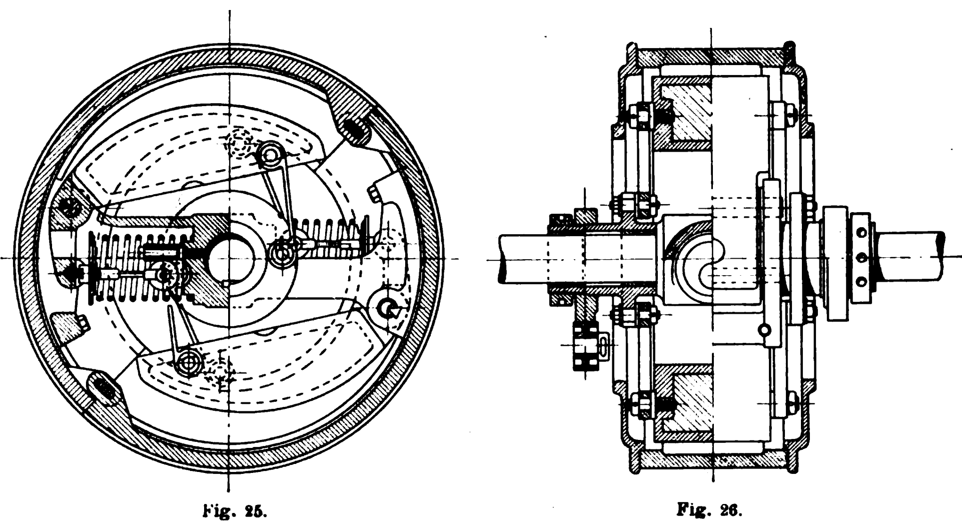


Fig. 25. Fig. 26.

Regulator, Patent Knoller.

umgebenen Lenker, der mittels Rolle auf einer gekrümmten Bahn geführt wird. Um die nötige Anpressung zu erhalten, ist die Schneide am Federteller exzentrisch angeordnet. Der Berührungsdruck ist also ein gleichbleibender Bruchteil der ganzen Federkraft. Entsprechend der Steigung der Kurvenführung ergeben sich daraus kleine Zusatzkräfte parallel zur Federachse, welche gegenüber einem gleich dimensionierten Regulator gewöhnlicher Konstruktion, d. h. mit zentraler Schneide und ohne Führung, eine geringe Aenderung in der Tourenzahl des Regulators hervorrufen. Diese Aenderung ist in jeder Regulatorstellung der Neigung der Führungskurve in dem entsprechenden Punkte pro-

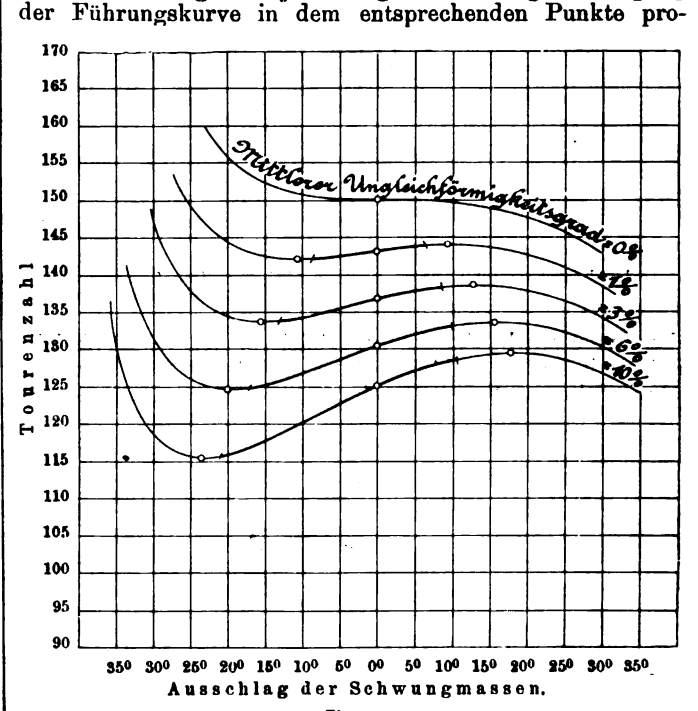


Fig. 27.

Charakteristik eines Achsenregulators gewöhnlicher Konstruktion für verschiedene Federspannungen.

portional. Durch die Form dieser Kurve kann daher der Verlauf des Stabilitätsgrades innerhalb beliebig weiter Ausschlaggrenzen so gestaltet werden, wie es den Bedürfnissen einer genauen, aber durchaus stabilen Regulierung entspricht. Die Führungskurve bestimmt direkt die Gestalt der Charakteristik des Regulators. Bei gewöhnlichen Regulatoren ist die Form der Charakteristik bestimmt, sobald



die Federspannung und damit der mittlere Stabilitätsgrad gewählt wurde; sie zeigt nur ein kurzes stabiles Ausschlagegebiet zwischen zwei labilen Kurvenzweigen. Dieser verwendbare Ausschlag wird um so kleiner, je empfindlicher man den Regulator für die Mittelstellung macht.

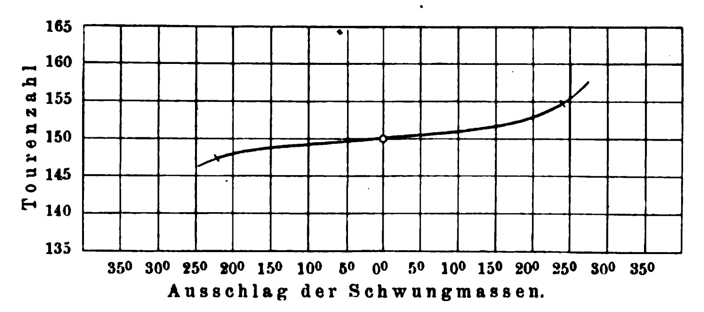


Fig. 28.
Charakteristik eines Achsenregulators, Patent Knoller.

Man erhält daher fast immer Anordnungen, die in den Mittellagen zu unempfindlich sind, in den Grenzlagen aber die Tendenz zu Schwankungen zeigen. Dieselbe Charakteristik würde man bei dem vorstehend beschriebenen Regulator durch Verwendung einer kreisförmigen Führungsbahn erhalten, wobei aber der Halbmesser derselben eine Aenderung des mittleren Stabilitätsgrades auch bei gegebener Federspannung gestattet.

Führt man jedoch die Kurvenbahn gegen beide Enden allmählich in eine Gegenkrümmung über, so erhält man einen gleichbleibenden Stabilitätsgrad für beliebig weite Ausschlaggrenzen und herab bis zur vollständigen Astasie oder man kann für die Mittellagen einen nahezu konstanten, sehr niedrigen Stabilitätsgrad wählen, der nahe den Endlagen plötzlich rasch anwächst, so dass ein Hämmern des Regulators an den Hubbegrenzungen ausgeschlossen erscheint. Proportionalitätsfehler der Federn können ebenfalls leicht ausgeglichen werden.

Fig. 27 zeigt die Charakteristik eines Flachreglers gewöhnlicher Konstruktion für verschiedene Federspannungen, Fig. 28 diejenige eines Achsenregulators, Patent *Knoller*.

Die Steuerung der Niederdruckseite der Maschine erfolgt durch zwei im unteren Teile des Cylinders liegende Corliss-Rundschieber, deren Spindeln ebenfalls, bei Vermeidung von Stopfbüchsen, mittels eines aufgepassten Metallringes abdichten.

Die Gesamtbauart der Maschine entspricht der normalen Form moderner liegender Dampfmaschinen mit hohen Umdrehungszahlen. Der kräftige Rahmen liegt in seiner ganzen Länge auf dem Fundament auf. Kurbeln und Schubstangen sind, um ein Verspritzen des Schmieröles zu vermeiden, mit gusseisernen Hauben bedeckt. (Fortsetzung folgt.)

Die besonderen Verkehrsmittel der Pariser Weltausstellung.

(Fortsetzung von S. 565 d. Bd.)

III. Die elektrische Stufenbahn.

Fast im gleichen Verlaufe, wie die elektrische Rundbahn, umgrenzt die Stufenbahn (Fig. 39) das unregelmässige Viereck, welches sich auf der Südseite der *Seine* längs des *Quai d'Orsay*, dann westlich an der Invalidenesplanade aufwärts, ferner durch die *Avenue de la Motte Picquet* und schliesslich längs der Ostseite des Marsfeldes an der *Avenue de la Bourdonnais* ausdehnt.

Zwei längere Abschnitte der beiden Linien, nämlich einer auf den *Quai d'Orsay*, der andere in der *Avenue de la Bourdonnais* fallen zusammen, indem die Rundbahn unter der Stufenbahn ihren Weg nimmt; im übrigen bildet die Stufenbahn stets den äusseren, die Rundbahn den inneren Gürtel des vorangeführten, in sich geschlossenen Linienverlaufes der beiden Verkehrsanlagen, die einer und derselben Unternehmung gehören und lediglich während der Ausstellungsdauer in Betrieb zu bleiben bestimmt sind. Ihrer vollen Länge nach, die genau 3323 m beträgt, ist die Stufenbahn auf einem zumeist von Holzjochen, teils aber auch von Pfeilern aus Eisenblechfachwerk getragenen Viadukt derart ausgeführt, dass die hierdurch geschaffene Basis für den Oberbau der beiden Rollbahnstränge, sowie für den fixen Bahnsteig, der gleichfalls längs der ganzen Linie vorhanden ist, im Durchschnitt 6,5 m über dem Strassenniveau liegt. Zusammengenommen besteht der Viadukt aus 268 Feldern, deren Spannweite nach Massgabe der örtlichen Erfordernisse zwischen 8,80 bis 17,7 m schwankt, in der Regel jedoch rund 16,50 m beträgt, während die Pfeilerstärken gleichmässig mit 1,50 m durchgeführt sind.

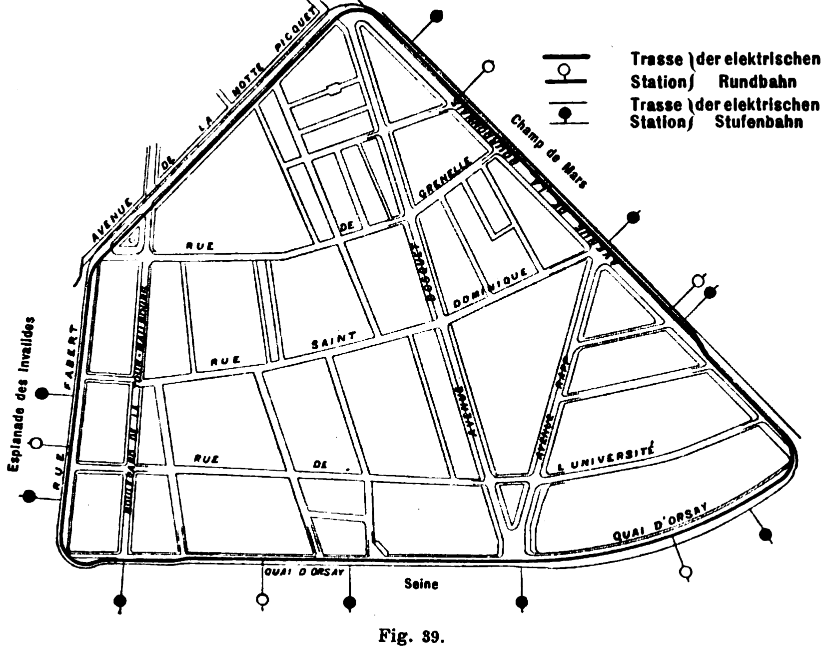


Fig. 39.
Verlauf der Stufenbahn.

Die Holzjoche haben die Anordnung gewöhnlicher Gerüstträger und bestehen in der laufenden Bahn aus vier, auf den Ein- und Aussteigeplätzen aus sechs senkrechten, 200 bis 250 mm starken Stuhlsäulen, die unten samt ihrem Fussrahmen in Betonmauerwerk eingelassen, oben hingegen durch Querkopfbalken und Schwellen verbunden, sowie durch eingesprengte Stützen und durch wagerechte Zangenhölzer, durchweg unter Anwendung sehr seichter Verplattungen und kräftiger Bolzenschrauben, verstärkt sind. Auf diesen allerdings angemessen solid ausgeführten Holzjochen, die aber nichts weniger als zierlich erscheinen, sondern vielmehr der prächtigen Umgebung gegenüber einen auffällig derben und plumpen Eindruck machen, ruhen die Längsträger der Viaduktfelder, welche durchweg aus Eisen hergestellt sind. Im allgemeinen haben die Längsträger die Form von Gitterträgern nach der durch Fig. 40 gekennzeichneten Ausführung, und zwar liegen in den laufenden Strecken in jedem Viaduktfelde drei solche 1,25 m hohe Längsträger, die voneinander 1,90 m abstehen, so

dass sich die ganze Unterbaubreite der Stufenbahn (vgl. auch Fig. 41, 45 und 46) auf 3,8 m beläuft. Für die Viaduktfelder der normalen Spannweite von 16,5 m haben die besagten Längsträger elf gleiche, nämlich 1,50 m breite Maschen, in welchen die Fuss- und Obergurten durch Stützen aus vier 7/7 cm-Winkelblechen und durch Andreaskreuze aus doppelten Winkelblechen derselben Gattung versteift sind. In welcher Weise diese Längsträger untereinander durch Windschliessen und Streben verbunden werden, lässt die Draufsicht Fig. 41 ersehen, wozu allerdings noch zu bemerken ist, dass in der Zeichnung eben nur das rechts

Gitterwerk des Viaduktes der Stufenbahn (Ansicht).

Fig. 40.

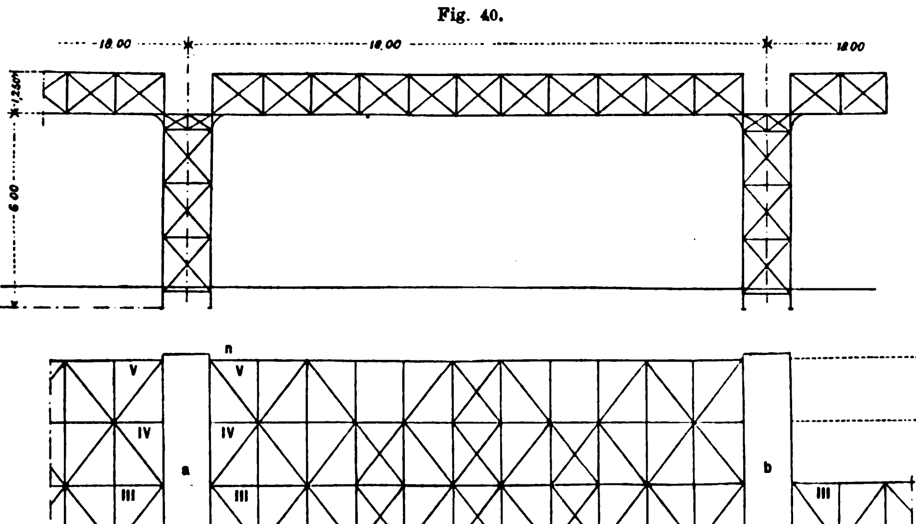


Fig. 41.

Gitterwerk des Viaduktes der Stufenbahn (Draufsicht).

vom Pfeiler b dargestellte Stück der laufenden Bahnstrecke entspricht, während die zwischen b und a, sowie links von a sichtbare Ueberbrückung diejenige einer Zutrittsstelle — man könnte sagen, eines Bahnhofes — ersichtlich macht. Jede solche Zutrittsstelle erstreckt sich auf zwei Viaduktfelder und besitzt demgemäss eine Länge von 34,50 m; hier haben auch die drei, den Platz tragenden Pfeiler eine doppelt so grosse Breite als in der laufenden Linie, nämlich 7,60 m, weshalb zur Abdeckung nebst den Gitter-

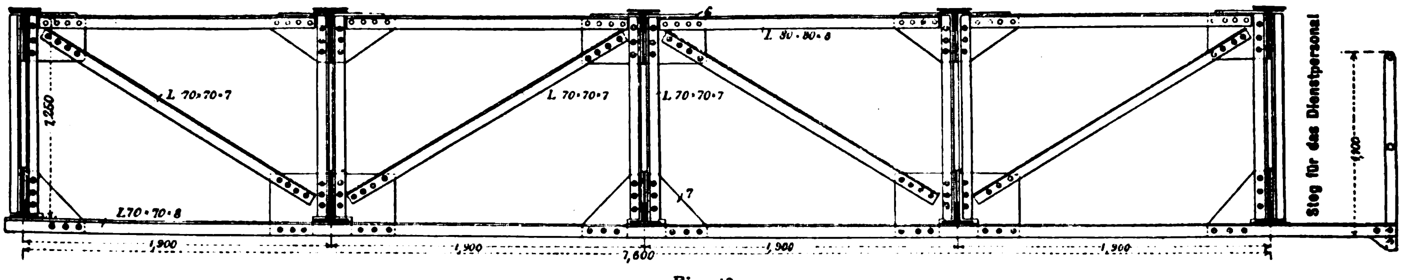


Fig. 42.

Querträger an den Zutrittplätzen der Stufenbahn.

trägern I, II und III der laufenden Strecke noch zwei weitere, IV und V, erforderlich sind, die sämtlich je 1,90 m voneinander abstehen. Die Querschnitte dieser fünf Längsträger, sowie die Einzelheiten der Querkonstruktion ($m\ n$, Fig. 40) lässt des näheren Fig. 42 ersehen; anschliessend an diese Querkonstruktionen ist auch noch durch vorspringende Auslader ein mit Geländer versehener, 0,75 m breiter Steg für die Bediensteten geschaffen, der sich längs der ganzen Stufenbahnlinie hinzieht und überall zu den Konstruktionen, sowie namentlich zu den Elektromotoren und unter die Fahrzeuge der beiden Rollbahnstränge den Zutritt vermittelt. Es braucht wohl kaum hervorgehoben zu werden, dass von der in Fig. 41 links vom Pfeiler b dargestellten und angedeuteten Eisenkonstruktion nur die eine, von den Trägern I, II und III getragene Hälfte — in gleicher Weise wie auf der offenen Strecke — für die Stufenbahn ausgenutzt ist, während der auf den Trägern III, IV und V ruhende, 34,50 m lange, 3,80 m breite Teil lediglich für das Ab- und Zuströmen der Fahrgäste Raum gewährt, und an einigen Zutrittsstellen, wie z. B. in der *Avenue de la Bourdonnais*, direkt mit dem ersten Stockwerke der Ausstellungspaläste durch breite Stege in Verbindung steht, an allen übrigen Zutrittsstellen jedoch durch breite Treppen oder elektrisch bewegte Rampen von der Strasse aus erreicht wird. Derartige Zutrittsstellen (Bahnhöfe), deren Verteilung Fig. 39 ersehen lässt, sind neun vorhanden, und zwar — gleich den fünf Haltestationen der Rundbahn — ausschliesslich innerhalb der eingefriedeten Ausstellungsgebiete, so dass von den offenen, öffentlichen Strassen aus, die die Stufenbahn passiert, eine Benutzung derselben durch das Publikum nicht möglich ist.

Was die Verwendung von Holzjochen anbelangt, findet sich eine Abweichung in der Durchführung des Stufenbahnviaduktes in der *Avenue de la Bourdonnais*, gegenüber dem Palais der Textilgruppe, wo man zufolge eines ausdrücklichen Wunsches der Ausstellungsleitung den Versuch gemacht hat, die drei Stützpfeiler, welche die an der *Porte Rapp* errichtete Zutrittsstelle tragen, aus Eisen herzustellen und der Architektur der Umgebung anzupassen, was — nebenbei bemerkt — nur unzureichend gelungen ist. Fig. 43 zeigt die Vorderansicht, Fig. 44 die Seitenansicht eines solchen Pfeilers und sind in der letzteren auch noch Stücke der Längsträger für die beiden anstossenden Viaduktfelder ersichtlich gemacht; diese beiden Abbildungen bedürfen wohl keiner weiteren Erläuterung mehr, doch bleibt nur zu bemerken, dass die Konstruktion der Ueberbrückung der in Rede stehenden zwei Felder nächst der *Porte Rapp* genau mit jener der Holzjochfelder (Fig. 41) übereinstimmt. Ein Querschnitt der laufenden Linie der Stufenbahn — ohne Pfeiler — zeigt Fig. 45; hier ist gleichzeitig die Lage eines Elektromotors m gekennzeichnet, sowie der Querschnitt der Fahrzeuge und deren Antrieb durch die Rollen r_1 und r_2, welche auf die Mittelschienen s_1 bezw. s_2 der Fahrzeuge einwirken. Endlich lässt Fig. 45 auch die Längsschwellen, auf welchen die Schienenstränge der beiden Geleise der Stufenbahn verlegt sind, und den aus Gitterträgern bestehenden eisernen Unterbau des fixen Bahnsteiges ersehen. Dieser Querschnitt gilt für die normalen Viaduktfelder, die durch drei 1,25 m hohe Gitterträger ($I\ II\ III$, Fig. 41) überbrückt sind; im Verlaufe der Stufenbahn gibt es aber einige Stellen, und zwar namentlich jene, an welchen die Rundbahn unter die Stufenbahn tritt, wo die Längsträgerhöhe niedriger als 1,25 m gewählt werden musste. Diese Felder, von denen Fig. 46 einen Querschnitt ersichtlich macht, sind statt mit



drei Gitterträgern nur mit zwei vollen, 762 mm hohen, 15 mm starken, an der Ober- und Untergurt 350 mm breiten Blechträgern überbrückt, zu deren Versteifung elf 245 mm hohe, 10 mm starke, oben und unten durch je zwei Winkelbleche verstärkte Querträger dienen, welche in Abständen von 1,5 m senkrecht zwischen den beiden Längsträgern liegen.

Fig. 44. Fig. 43.

Fig. 43. Eiserner Viaduktpfeiler (Vorderansicht). Fig. 44 Seitenansicht.

Die grössten Gefälle gleichwie die grössten Steigungen, welche in der Stufenbahnlinie vorkommen, betragen 3 ‰ und die schärfste Krümmung hat einen Halbmesser von 50,00 m; der Abstand zwischen dem Geleisemittel der bewegten Fahrbahn und jenem des bewegten Bahnsteiges ist mit 1,385 m und jener zwischen der mittleren Längsachse des beweglichen Bahnsteiges und der Mittellinie des fixen Bahnsteiges mit 0,95 m bemessen. Das Geleise der bewegten Fahrbahn besitzt 1,20 m, jener des bewegten Bahnsteiges 0,51 m Spurweite; die volle Fussbodenbreite der bewegten Fahrbahn beläuft sich auf 2,00 m, jene des bewegten Bahnsteiges auf 0,900 m, und jene des festen Bahnsteiges auf 1,150 m, wobei an den Stufen die Fahrbahn den bewegten Bahnsteig um 65 mm und der letztere den fixen Bahnsteig um 50 mm übergreift. Zum Antrieb der beiden Rollbahnstränge ist in der Linie fast durchgängig auf jedem zweiten Viaduktpfeiler je ein *Westinghouse*scher Elektromotor von etwas mehr als 5 PS Leistungsfähigkeit aufgestellt; im ganzen sind 127 solche Antriebstellen vorhanden, welche gemeinsam dem bewegten Bahnsteig eine Geschwindigkeit von 4 Std./km und der eigentlichen Fahrbahn eine Geschwindigkeit von 8 Std./km erteilen. Hinsichtlich der Beschaffung des für den Betrieb der Stufenbahn erforderlichen Stromes, sowie darüber, dass derselbe ursprünglich als hochgespannter Dreiphasenstrom geliefert und in der am *Quai d'Orsay* errichteten, besonderen Unterstation der Verkehrsunternehmung in Gleichstrom von 550 Volt umgewandelt wird, ist bereits gelegentlich der Besprechung der Rundbahn auf S. 565 d. Bd. berichtet worden. Alle elektrischen Ausstattungsteile der Stufenbahn sind gleich jenen der Rundbahn ausschliesslich von der französischen Westinghouse-Gesellschaft (*Société industrielle d'Électricité* à Havre) beigestellt.

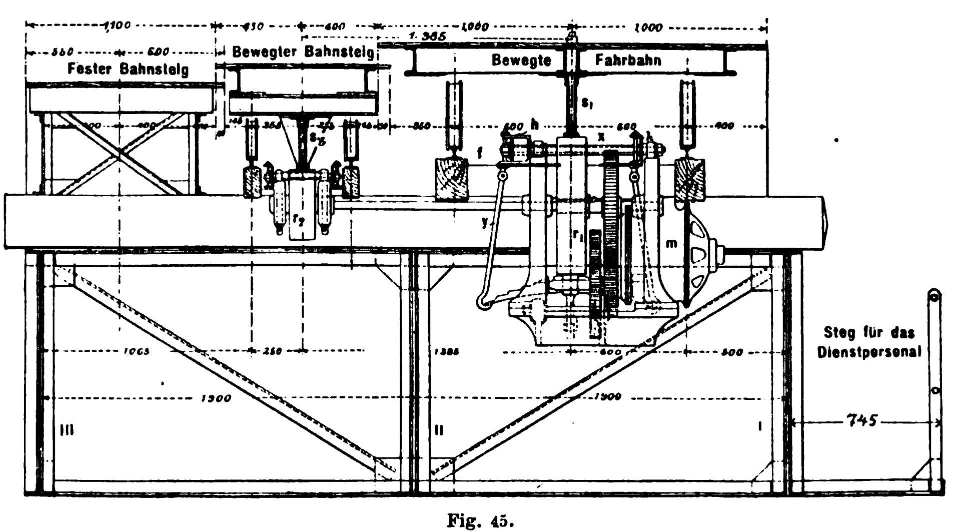


Fig. 45.

Querschnitt der Stufenbahn mit normalen Längsträgern.

Abweichend von der ursprünglichen Absicht hat man von der Anbringung einer Bedachung, sowie von Sitzen für Fahrgäste auf der bewegten Fahrbahn ganz abgesehen; letztere bildet sonach eigentlich nur einen auf ununterbrochener, gleichmässiger Fahrt begriffenen Aussichtsbalkon, wie denn die ganze Stufenbahn mehr das Gepräge eines



„*Clou*“ der Ausstellung, als das eines ernsten Verkehrsmittels besitzt, wenngleich dieselbe hinsichtlich der hervorragenden Eignung zur Massenbeförderung das beste Zeugnis verdient, da sie bereits an einzelnen Tagen die riesige Menge von 150000 Personen anstandslos befördert hat.

Nach Angaben der Verkehrsgesellschaft der Ausstellung, der Besitzerin der elektrischen Rundbahn und der Stufenbahn, sollen sich die Anlagekosten der letzteren auf rund 3720000 Frs. stellen, wonach also auf einen laufenden Meter der baulichen Anlage, die Betriebseinrichtungen mit inbegriffen, annähernd 1120 Frs., das sind 840 M. Gestehungskosten entfallen, was in Anbetracht des Abganges jeglicher Kosten für die Grundeinlösung, ferner mit Rücksicht auf die einfache Durchführung des Unterbaues und der ebenso bescheidenen Ausstattung der Fahrzeuge eigentlich als ein auffällig hoher Kostensatz gelten kann. Ungleich günstiger berichtet die nämliche Quelle über die den Kraftverbrauch betreffenden Betriebskosten, da laut diesen Angaben der durchschnittliche Aufwand bei vollbesetzter Bahn, d. i. bei Beförderung von 15000 bis 16000 Personen, beiläufig 350 Kilo-Watt beträgt. Demgemäss berechnen sich die bezüglichen Kosten pro Betriebsstunde — einen Einheitspreis von 16 Cts. vorausgesetzt — mit 56 Frs. (42 M.). Weitere Unterlagen über die Betriebskosten, zu denen natürlich auch noch die Unterhaltungskosten der Gesamteinrichtung und die Personalkosten gehören, liegen bisher nicht vor, doch ist die Anschauung allgemein, dass die Rollbahnunternehmung dank der lebhaften Sympathie des grossen Publikums und des hohen Fahrpreises von 50 Cts. (37,5 Pf.) sicheren Gewinn abwerfen werde.

Es sei hier schliesslich noch bemerkt, dass die Bewegungsrichtung der Stufenbahn derjenigen, in welcher die Züge auf der Rundbahn verkehren, entgegengesetzt ist. Zugleich wird hinsichtlich der engeren Einzelheiten des Antriebes der Pariser Stufenbahn und der Entwickelungsgeschichte dieses Verkehrsmittels auf die bezüglichen, eingehenden Mitteilungen in *D. p. J.* 1899 S. 3 bis 7 verwiesen.

IV. Die beweglichen Treppen.

Gleich ursprünglich lag die weitgehendste Anwendung von *beweglichen Treppen* im Plane der Generaldirektion der Ausstellung und sollten von diesem allermodernsten Verkehrsmittel ungefähr 30 Stück in den verschiedenen Palästen des Marsfeldes und der Invalidenesplanade, gleichwie an einigen Zutrittsplätzen der Stufenbahn zur Verwendung kommen. Behufs Durchführung des Baues und des elektrischen Betriebes dieser Treppen war ein besonderer Wettbewerb ausgeschrieben worden, welcher hinsichtlich der Ausführung eine Reihe ziemlich strenger Bedingungen enthielt, von denen die wesentlichsten nachstehend lauten:

„Das Unternehmen umfasst den Bau, die Aufstellung, den Betrieb, die Abtragung und Fortschaffung der gesamten Treppenanlage nebst Zubehör. — Die in Rede stehenden Einrichtungen sind als Ausstellungsgegenstände zu betrachten und daher den allgemeinen Reglements der Ausstellung unterworfen; sie werden im Kataloge ausgewiesen, sowie der Prüfung durch die internationale Jury unterworfen und nehmen uneingeschränkten Anteil an dem Wettbewerb um die Zuerkennung eines Preises. Aus diesem Grunde soll seitens der Ausstellung für die Einrichtung keinerlei Entschädigung oder Kostenbeitrag geleistet werden, ausser denjenigen Erträgnissen, die durch die vom Publikum zu leistenden Benutzungsgebühren erwachsen. — Alle angelieferten Einrichtungen bleiben Eigentum des Unternehmers, der darüber nach Schluss der Ausstellung und nach Erfüllung seiner Verpflichtungen gegen die Verwaltung frei verfügen kann. — Die Wangenträger der Treppen sollen oben an der Decke des Erdgeschosses auf einem oder zwei Stützpfeiler ruhen, die auf ein Fundament gestellt sind, das mit der Bodenfläche des Erdgeschosses abschliesst; auch ist es gestattet, die Wangenträger etwa auch an einzelnen Zwischenpunkten durch Pfeiler zu unterstützen, doch müssen die Standpunkte der betreffenden Säulen so gewählt werden, dass sie in der Flucht der zunächst befindlichen Galeriesäulen liegen. — Den 2 m breiten, 10,65 m langen Raum an der Treppenmündung im Galerieniveau richtet die Ausstellungsverwaltung fertig ein bis auf das Geländer, welches nach dem von der Verwaltung ausgegebenen Muster der Unternehmer herzustellen hat. Die Breite der Treppe braucht bloss für *eine* Person vorgesehen zu sein, und zwar soll sie an der Treppenbahn 0,60 m und am Treppengeländer 0,90 m betragen. Die Steigung darf nicht steiler sein als 0,33 m pro laufenden Meter der Basis. — Bei der gewöhnlichen Besetzung sollen 20 Personen, d. i. je eine Person pro laufenden Meter der Treppenbahn befördert werden können; die äusserste Besetzung darf 40 Personen, das sind zwei Personen pro laufenden Meter, nie überschreiten. — Die Geschosshöhe, welche von der Treppe zu ersteigen ist, beträgt durchweg 7 m. — Was die durchschnittliche Fahrgeschwindigkeit der Treppenbahn anbelangt, so ist für dieselbe 0,50 m/Sek. als Minimum, und 0,60 m/Sek. als Maximum bestimmt. — Das eigentliche Förderungsmittel soll nur aus einer Planfläche ohne Ende, aus biegsamem und doch genügend widerstandsfähigem Material bestehen, für einen fortdauernden,

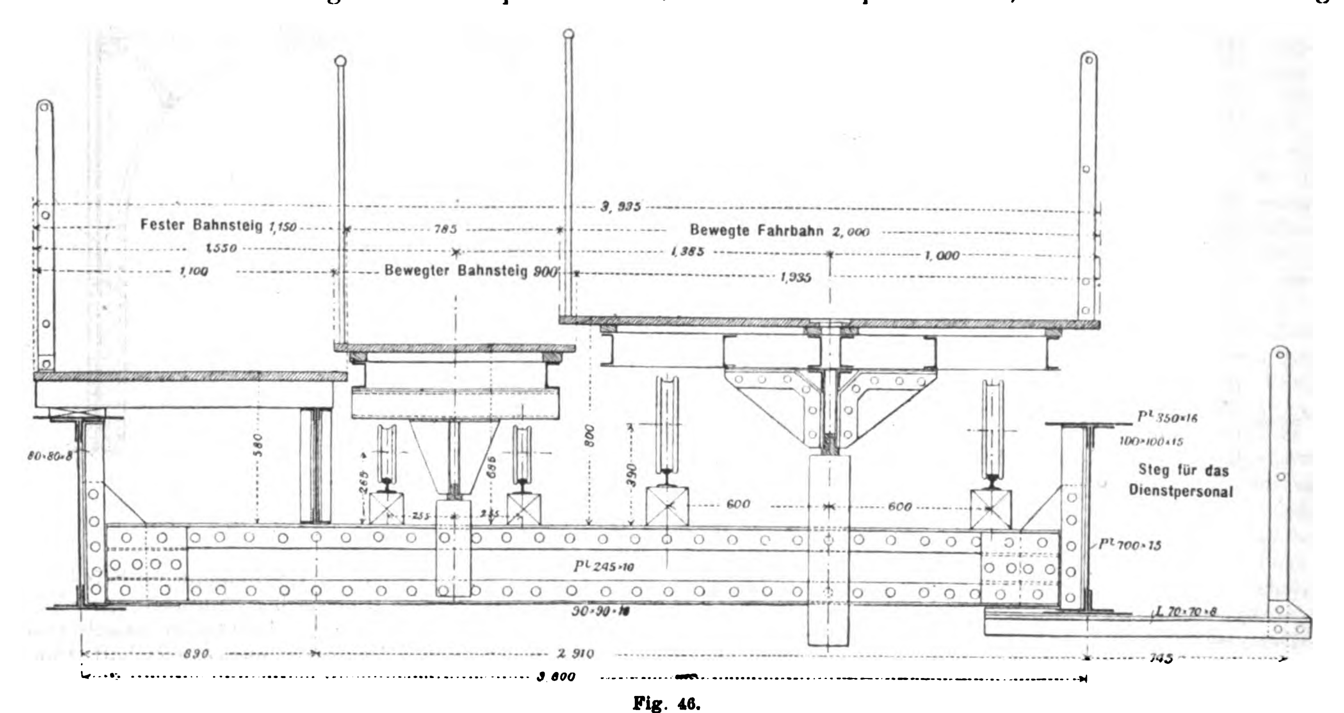


Fig. 46.

Querschnitt der Stufenbahn mit aussergewöhnlichen Längsträgern.

gleichmässigen Umgang eingerichtet sein, und allen Anforderungen der Bequemlichkeit, Festigkeit und Sicherheit gerecht werden. — Nirgends dürfen durch die Maschinenteile, Träger, Gestelle u. s. w. Vorsprünge, Ecken oder Spalten gebildet werden, an welchen sich die Benutzer der Treppe stossen oder klemmen können. — Es muss eine Spannvorrichtung vorhanden sein, die es gestattet, alle während des Betriebes etwa vorkommenden aussergewöhnlichen Ausdehnungen der Treppenbahn durch Nachspannen auszugleichen, ohne die Gesamteinrichtung auseinander nehmen zu müssen. — Der Betrieb der beweglichen Treppe muss sich ganz ohne jegliches Geräusch abwickeln. — Alle mechanisch bewegten Teile, welche der Schmierung bedürfen, müssen vollkommen der Möglichkeit entzogen sein, dass die Ausstellungsbesucher mit denselben in Berührung kommen könnten. — Der Elektromotor und alle zugehörigen Vorrichtungen zur Bewegungsübertragung sollen so nahe als möglich bei der Treppe angebracht sein, und zwar derart, dass alle Teile des Fussbodens und der Decke des Erdgeschosses für die laufende Unterhaltung genügend zugänglich bleiben. — Es müssen Anordnungen getroffen sein, welche es unmöglich machen, dass im Falle irgend einer Beschädigung der Motorwelle, währenddem die Treppe von Personen besetzt ist, eine rückgängige Bewegung eintritt. — An jeder Treppenseite muss ein Geländer vorhanden sein, dessen oberster Rand aus einem Seile ohne Ende gebildet ist, das sich in derselben Richtung bewegt, wie die Treppenbahn, und vermöge seines Materials eine weiche und doch geeignete Stütze für die Hand der auffahrenden Personen bildet; von diesem Seil soll nur der obere Teil zur Benutzung frei liegen, der untere muss im Treppengeländer verborgen sein. Letzteres soll volle, glatte Wände besitzen und darf keinerlei Unebenheiten oder Risse o. dgl. aufweisen, an denen die Benutzer mit ihren Kleidern hängen bleiben könnten. Die Geländerseile müssen stets genau dieselbe Geschwindigkeit besitzen, wie die Treppenbahn. — Die beweglichen Treppen sollen bis spätestens zum 15. April 1900 betriebsfähig fertig gestellt sein und bis zum Schlusse der Ausstellung, d. i. bis frühestens zum 5. November 1900 im Betriebe bleiben. — Die Dauer der täglichen Arbeit soll vom Generalbetriebsdirektor der Ausstellung in Rücksicht auf das Erfordernis festgestellt werden. — Jede Treppe ist vor der Uebernahme und Freigebung ihrer Benutzung einer Haltbarkeits- und einer Gangprobe zu unterziehen. Die erstere ist mittels einer längs der ganzen Treppenbahn gleichmässig verteilten Belastung von 3500 kg durchzuführen, d. i. mit dem Gewichte von 50 Personen, die sich in gleichmässigen Abständen auf der Treppenbahn befänden. Die Zeitdauer, wie lange diese Probebelastung zu währen hat, soll Fall für Fall von der Ausstellungsverwaltung näher bestimmt werden. Zur Durchführung der Gangprobe wird an Stelle obiger Belastung die Spannvorrichtung in demselben Masse angezogen, als wäre die Treppe von 50 Personen besetzt, d. i. mit 3500 kg belastet, und sodann der Motor mit grösster statthafter Geschwindigkeit fortdauernd laufen gelassen, so lange als seitens der Verwaltung für den Prüfungszweck notwendig erachtet wird.

Wie es scheint, hat die Ausschreibung den gewünschten Erfolg wenigstens insofern nicht erzielt, als die Anerbietungen von Unternehmern ohne Frage weniger zahlreich waren, als man vorausgesetzt und angestrebt hatte. Mindestens erscheint durch diesen Umstand am ungezwungensten die Thatsache erklärt, dass weit weniger bewegliche Treppen in Betrieb gestellt worden sind, als geplant waren, und dass namentlich die zur Erreichung von Zutrittsplätzen an der Stufenbahn ursprünglich in Aussicht genommenen beweglichen Treppen nicht ausgeführt worden sind. Unter den zur Verwendung gekommenen einschlägigen Anlagen finden sich dreierlei verschiedene Bauarten, nämlich bewegliche Treppen *Hallé*'scher Konstruktion, die aus den Werkstätten von *A. Piat et Fils* stammen, ferner solche von *Julius Le Blanc*, welche die bekannte Pariser Firma *Cail* lieferte, und schliesslich Treppen von *Cance und Sohn* aus den Werkstätten *Granddemange*. Alle diese drei Ausführungen beruhen auf der grundsätzlichen Anordnung, dass ein endloses Band über zwei Trommeln rollt, von denen nur die eine angetrieben, die zweite hingegen durch Reibung mitgenommen wird; hierin, sowie im übrigen entsprechen sie selbstverständlich genau den Bedingungen der oben im Auszuge angeführten Ausschreibung. Bei den bezüglichen Entwürfen lag eigentlich nur eine nennenswerte Schwierigkeit vor, nämlich die Auswahl und entsprechende Verwendung zweckdienlichen Materials für das die Förderbahn bildende Band, welches zuvörderst genügend steif sein muss, um trotz der ungleichen Belastung während des Betriebes sich zwischen den Leitrollen nicht einzubiegen, weil sonst unter den Füssen der Fahrgäste ziemlich unangenehme Sinusbewegungen eintreten würden. Andererseits muss die Fahrbahn doch auch biegsam genug sein, um leicht über die Trommeln zu laufen, und dabei auf der treibenden Trommel überdem jenes Mass an Adhäsion zu erzeugen, welches zur Bewegungsübertragung notwendig ist. In den Mitteln und Wegen, welche hierin eingeschlagen wurden, liegen die Hauptunterschiede der drei auf der Pariser Ausstellung vertretenen Bauarten beweglicher Treppen, von denen wir bereits die *Hallé*'sche auf S. 251 d. Bd. ausführlich geschildert und durch Abbildungen erläutert haben.

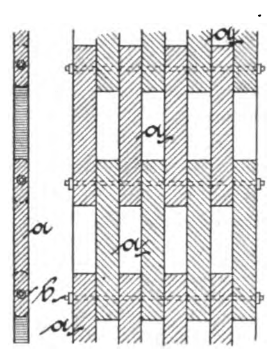


Fig. 47.
Lederband der Cance'schen beweglichen Treppe.

Als eine Anordnung, welche den Ausschreibungsbedingungen, sowie überhaupt allen Anforderungen entspricht, welche an ein Verkehrsmittel der in Rede stehenden Gattung zu stellen sind, nennt die *Revue industrielle* vom 9. Juni 1900 die Bauart von *Cance und Sohn*. Diese in Fig. 48 bis 51 dargestellte Treppe macht äusserst geringe Raumansprüche und ihre Fahrbahn ist selbst bei der äussersten Belastung so straff gespannt, dass den auffahrenden Personen die vorerwähnten Sinusbewegungen gänzlich erspart bleiben. Das Band für die eigentliche Fahrbahn ist 1,00 m breit und aus Rindsleder hergestellt, nämlich aus senkrecht gestellten, kurzen, schmalen Riemenstücken a (Fig. 47), welche wechselständig aneinander gereiht und an den Uebergreifungsstellen mittels eines quer durchgeschobenen, fest verschraubten, stählernen Scharnierbolzens b verbunden sind. Dieses Band lauft endlos über die beiden Trommeln K_1 und K_2 (Fig. 48) und ist zuvörderst in seiner oberen Hälfte, d. i. so weit es als Fahrbahn zu dienen hat, durch 25 gleichmässig in Abständen von 80 cm verteilte, zu den Trommeln K_1 und K_2 parallel liegende Leitwalzen unterstützt, welche einen Durchmesser von 150 mm haben, und deren Drehzapfen an den beiden Wangenträgern W_1 und W_2 der Treppe eingelagert sind. Ausserdem wird die geschilderte Fahrbahn noch durch drei straffe Seile oder vielmehr Ketten vor dem Einbiegen geschützt, die unter dem Riemenbande — in der Mitte, sowie 275 mm rechts und links davon — sich mit dem letzteren, gleichsam wie verstärkende Rippen, gemeinsam bewegen. Diese drei Unterstützungsstränge sind schmale *Gall*'sche Ketten mit 133 mm langen Gliedern aus zwei Eisenblechen und Stahlgelenken. Für dieselben hat die Trommel K_1 an den vorbezeichneten Stellen, wo die Ketten laufen, ausgesparte Rillen mit 14 zum Fassen der Kettenglieder hergerichteten Zähnen. Desgleichen sind in allen obenerwähnten 25 Zwischenwalzen der Fahrbahn drei flache Rillen für die Unterzugsketten ausgedreht, deren Tiefe der Kettengliederhöhe so genau entspricht, dass nirgends durch Vorstehen der Kette Unebenheiten entstehen können. Am Fusse der Treppe gehen die drei Unterstützungsstränge nicht über die Fahrbahntrommel K_2, sondern über eine eigene, mit drei Zahnkränzen versehene Trommel H, die beiläufig 1,00 m parallel vor K_2 liegt, was den Vorteil bietet, dass die Spannung der drei Ketten für sich allein eingestellt und reguliert werden kann, ohne hierin von dem Riemenbande irgendwie abhängig zu sein. Beide Trommeln K_2 und H besitzen nämlich auf Schlitten ruhende Lager, welche sich mittels starker Schrauben in der Richtung der Wangenträgerachse verschieben lassen. Durch Anziehen oder Lüften dieser Stellschrauben, von welchen die zu H gehörige als

Handrad ausgebildet und durch eine im Wangenträger W_1 ausgesparte Klappe erreichbar ist, kann man also die Unterstützungsketten sowohl als das Riemenband, und zwar beide für sich allein, den Bedürfnissen gemäss straffer spannen oder nachlassen. Um Zerrungen durch das Eigengewicht des endlosen Riemenbandes hintanzuhalten, ist auch dessen unterer Teil, d. h. der Rücklauf, durch 25 in gleichen Abständen voneinander an den Treppenwangen angebrachten Tragwalzen unterstützt; dieselben haben aber einen Durchmesser von nur 120 mm und eine ganz glatte Oberfläche, weil auf dem Rückwege der Fahrbahn die drei Gliederketten nicht mehr unter, sondern auf dem Riemenbande liegen.

Am Fusse der beiden Treppenwangen W_1 und W_2 sind dieselben durch angenietete Quer- und Längsplatten verstärkt und in zwei gusseisernen Widerlagsschuhen R_1 und R_2 (Fig. 48, 49 und 51) eingesetzt, die durch je einen den Antrieb vermitteln, auch die zugehörigen Lagerständer zwischen glatten Blechverschalungen ihren Platz haben. Der für die auffahrenden Personen zum Anfassen und Festhalten bestimmte Geländerrand bewegt sich mit derselben Geschwindigkeit wie die Fahrbahn, und besteht rechts wie links der Treppe aus je einem Bande ohne Ende, das gleichfalls eine Gliederkette ist. Diese zwei über eine Scheibe B_1 und eine Scheibe B_2 laufenden Ketten haben 100 mm lange Glieder aus Holz, die aneinander gelenkt sind; ihr unterer Teil bewegt sich längs der Treppengeländer in einer aus Winkeleisen gebildeten Rinne, der obere Teil ragt jedoch über diese Rinne empor und an derselben sitzt ein mit Samt überzogener Wulst aus Kamelhaaren, den die Fahrgäste als Handhabe und Halt benutzen.

Wie der Elektromotor M (Fig. 48 und 49) aufgestellt ist und zuvörderst ein Vorgelege T mittels Riemen antreibt, ferner dass von hier durch eine Zahnradübersetzung, sowie durch

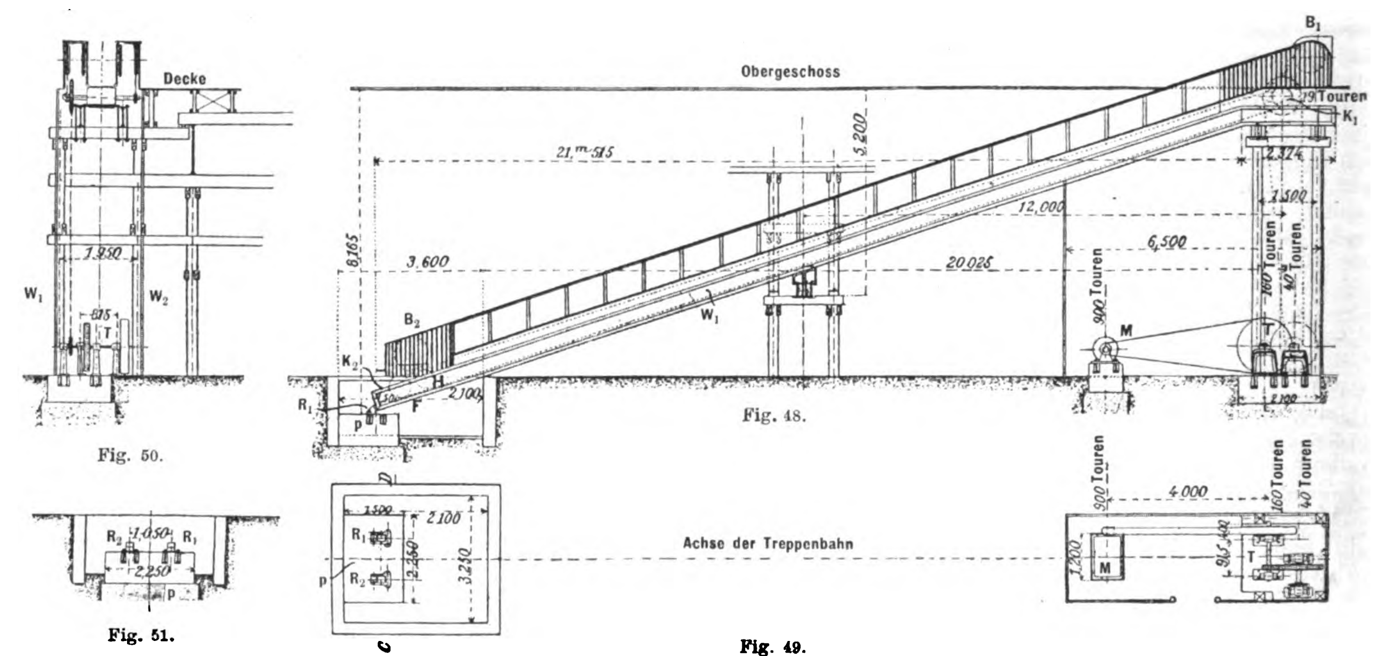


Fig. 48 Seitenansicht, Fig. 49 Draufsicht, Fig. 50 Rückwärtige Ansicht der Cance'schen beweglichen Treppe. Fig. 51. Schnitt CD.

angegossenen, kräftigen Zapfen und vier Schraubenbolzen in einem Betonfundamente verankert sind. Jede der beiden Treppenwangen W_1 und W_2 besteht aus zwei aufeinander genieteten Eisenträgern, von denen der untere den eigentlichen Hauptträger bildet und der obere als Versteifung und zugleich zum Tragen des Geländers dient. Der erstere ist ein I-förmiger, 500 mm hoher Träger aus 10 mm starkem Eisenbleche mit 190 m breiter Unter- und Obergurt; der andere, obere ist ein gewalzter Träger von 260 mm Höhe mit Normalquerschnitt. Die genaue Breite der Treppe zwischen den beiden mit glattem Blech verschalten Geländern beträgt 1,35 m, hiervon fallen aber rechts und links durch sockelartige Blechvorsprünge, welche die beiden Ränder des Riemenbandes verdecken und das Fehltreten der Fahrgäste verhindern, je 350 mm ab, so dass der sichtbar bleibende Teil des Riemenbandes bloss eine Breite von 650 mm aufweist, was natürlich noch immer als reichlich bemessen gelten darf, da die auffahrenden Personen sich stets nur einzeln hintereinander aufstellen dürfen.

Zur Unterbringung von zwei Paar Kettenscheiben B_1 und B_2 (Fig. 48), deren Aufgabe es ist, den oberen Geländerrand zu bewegen, sind an den beiden Enden der Treppe angemessene Verbreiterungen vorgesehen, in welchen nebst den benannten Kettenscheiben, von denen die bei B_1 Kettentransmission die Trommel K_1 und das Kettenscheibenpaar B_1 bewegt wird, lassen die beiden Abbildungen genugsam erkennen. Die Motorachse macht 900 Umdrehungen in der Minute, die erste Uebertragungsachse 160 und die zweite bloss 40; von hier überträgt sich schliesslich die Bewegung auf K_1 und B_1 in der Weise, dass die Tourenzahl derselben 79 beträgt. Der Kraftbedarf für diese *Cance*-schen bewegten Treppen [1]) beläuft sich beim Leergang im Maximum auf 3 PS, für eine mittlere Beförderungszahl von 1800 Personen in der Stunde auf 6 PS.

(Fortsetzung folgt.)

---

[1]) Eine durch drei Geschosse laufende Treppe der *Cance*-schen Bauart steht bereits längere Zeit mit befriedigendem Erfolge in dem Kaufhause *De la Samaritain* (Pont-Neuf) in Paris im Betriebe. Die bewegenden Trommeln und Kettenradpaare sämtlicher Stockwerke werden direkt von einem einzigen Elektromotor in ähnlicher Weise angetrieben, wie auf der Ausstellung. Der bezügliche Motor nach Bauart *Alioth* leistet 440 Volt und 44 Ampère bei 800 Umdrehungen in der Minute. Wie erfahrungsmässig festgestellt wurde, beläuft sich die bei äusserster Vollbelastung sämtlicher drei Treppenarme erforderliche Betriebskraft auf 9 PS; die Leistung des in Verwendung gebrachten Elektromotors ist sonach nicht nur zulänglich, sondern reichlich überschüssig. Anm. d. Red.

Die Flügeldecke.

Von *Karl Steffen*, Röhrsdorf bei Hainspach, Deutschböhmen.

Wenn man sich vor Augen hält, dass der Flügel kein Tragorgan, sondern ein Schnellorgan ist, wie dies aus dem über Luftbewegungsvorgänge Gesagten hervorgeht, so wird man an die Flügeldecke ganz andere Forderungen stellen müssen, als im ersteren Falle. Zum Tragen wird die Decke am besten geschlossen, starr und besonders steif und geschlossen geräudert sein müssen.



Zum Spannen und Auswerfen von Luftmassen, wie zum Vorschnellen in ihrer eigenen Erstreckung infolge Repulsivenergie der gespannten Luftmassen wird sie vor dem Druckzentrum steif gerändert und unnachgiebig, hinter demselben offen gerändert und äusserst raumgebend, weich sein müssen.

Das letztere gilt auch und besonders von den äussersten Flügelpartien soweit, dass der Rand zerrissen erscheint und die unzusammenhängenden Randlinien der Flügelteile einen offenen Zwischenraum freilassen.

Aus der höheren Beanspruchung des ehemals geschlossenen Flügels (Insekten, Fledermaus u. s. w.) ist die höhere Form, der feingegliederte, anpassungsfähigere Vogelflügel entstanden, dem auch wir aus Gründen der höheren Leistungsfähigkeit den Vorzug geben.

Aus der Zerreissung des Hinter- und Seitenrandes ergibt sich von selbst die Zerfällung der ganzen Fläche in Elemente, von welchen jedes für sich im allgemeinen in demselben Sinne ausgebildet ist, wie das frühere Ganze.

Es liessen sich noch weitere interessante morphologische Betrachtungen am Flügel vornehmen, ich habe es aber vornehmlich mit der mechanischen Zweckmässigkeit dieser Endentwickelung zu thun.

Wäre der Flügel wie gesagt dazu da, Luftmassen zu ergreifen, um sich darauf zu stützen, dann wäre die Einrichtung ganz unsinnig.

Der Flügel ist aber dazu da, möglichst viele Luftmassen anzuziehen, von vorn und beim Umkehren des Schlages nach rückwärts durchzupeitschen, um die in diesem Momente entstandene Höchstspannung rückwirkend zu übernehmen.

Je grösser der Flügel, desto grösser ist die von ihm gepresste Luftmasse; aber nur den zunächst des Flügels streichenden Spannungsmassen wird auch der Weg nach rückwärts vorgeschrieben werden können, der andere Teil wird nach oben oder unten abweichen, weil diese schon zu weit entlegen sind, und der ganze Vorgang nur beschränkte Zeit dauert.

Ein grosser Teil der Luftmassen würde stationär bleiben und den Flügel eher hemmen als schnellen.

Darum ist es vorteilhaft, die grösseren Luftmengen partienweise gleichzeitig durch mehrere Kanäle abzuleiten, statt zu warten, dass nur ein verhältnismässig kleineres Quantum der ganzen Luftmasse als Ganzes ausgeworfen wird.

Ein bestimmtes Gefäss mit einer Menge Wasser entleert sich früher aus mehreren Oeffnungen als aus einer einzigen; steht ferner der ganzen Menge Wasser nur eine kurze Frist zu irgend einer Bethätigung als Arbeitskraft offen, so ist Bedingung, dass der Ausfluss mindestens ebenso rasch vor sich gehe, als die zur Verfügung stehende Arbeitszeit, damit kein unbethätigter Wasserrest zurückbleibe. Je grösser also die Flügelfläche und je rationeller der Flügel dennoch wirken soll, desto vorteilhafter ist es, das Prinzip der Flächenzerfällung anzuwenden.

Dort, wo dieses Prinzip, z. B. beim natürlichen Flügel, nicht auffallend hervortritt, finden wir, dass der Flügel weniger als Schnellorgan, sondern mehr als Gleitfläche wirkt, d. h. die Normaleffekte der Spannung sind grösser als die Schnelleffekte, d. i. an den inneren Flügelpartien, welche vermöge ihrer geringen Schlagbewegung am wenigsten als Generator beansprucht werden.

Der Umstand ferner, dass der Flügel beim Aufschlage ausschliesslich in dieser Weise beansprucht wird, dagegen entgegen der Abschlagsrichtung, d. i. entgegen der Fallrichtung auch als bewegungshemmendes Landungs- oder auch Segelorgan, beansprucht wird (wobei die Durchlässigkeit nicht zur Anwendung kommt)[1]), bringt es mit sich, dass die breiteren Fahnenteile öfter und dauernder nach unten durchgedrückt werden und daher die Tendenz haben, in der Richtung des Durchflusses untereinander zu wachsen, und so ventilartig zu wirken.

Die Zerfällung der Flügeldecke ist also nicht nebensächlicher Bedeutung, sondern für die Raffinierung der flugfördernden Prozesse von hoher Bedeutung.

Ohne diese Einrichtung gibt es auch keine glatten Uebergänge, es entstehen stockende Vorgänge, welche zu hüpfendem Mitschwingen des Flugkörpers Anlass geben; die Flügelbewegungen erscheinen dann nicht als reine Wellenbahnen, sondern als Zickzacklinien (gebrochene Wellen). Ein grosser Teil der Luftmassenarbeit geht, wie ich zu sagen pflege, in die Normaleffekte, statt in die Vortriebseffekte auf; erstere differenzieren sich bei je einem Auf- und Abschlag, die Differenzwirkungen sind je nach äusseren Einflüssen (unregelmässigen Luftströmungen) sehr verschieden und werden daher als weniger regelmässige Reaktionen an dem unregelmässig mitschwingenden (hüpfenden) Flugkörper wahrnehmbar; letztere, das sind die Vortriebseffekte, summieren sich in einer Richtung, fördern also den glatten Verlauf der Bahn, und gleichlaufend das regelmässige schwächere Mitschwingen des Flugkörpers. Die Wichtigkeit eines ununterbrochenen glatten Verlaufes aller Bewegungen ist aber für die Stabilität der Bewegung von grösster Bedeutung.

[1]) Weil diese Thätigkeiten „Segeln" und „Landen" ohne Flügelschlag vor sich gehen; der Flügel wirkt nicht als Generator, sondern ähnlich der als Drachenfläche gedachten Flügel, als Gleitfläche, die Luftmassen wirken als beharrende Widerstandsmassen, weil sie „überspannt" und darum repulsionslos werden (vgl. S. 304 d. Bd.).

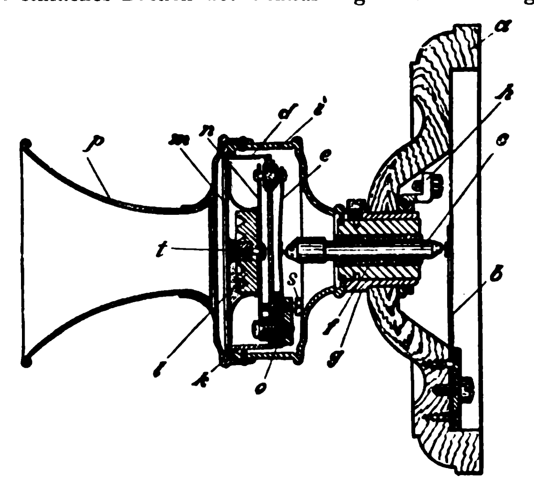
Kleinere Mitteilungen.

Das neue Kohlenkörnermikrophon von Mix und Genest.

Die Konstruktion dient dem Gebrauch auf kurzen sowohl als auf langen Sprechleitungen. Das eigentliche Mikrophon (s. Abb.) bildet eine dosenförmige Metallkapsel, deren Deckel in der kreisförmigen aus Kohle hergestellten Sprechmembrane *m* besteht. Letzterer steht die gerillte Kohlenscheibe *l* gegenüber, welche von einem am äusseren Rande ausgefransten Stoffring umgeben ist. Die ausgespreizten Fäden desselben sind an den Rand der Sprechmembrane angeklebt, so dass zwischen letzterer und der Scheibe *l* ein Raum entsteht, welcher die Kohlenkörner enthält. In der Mitte von *l* ist ein wollener Pinsel *t* befestigt, dessen anderes Ende an der Mitte von *m* anliegt und die Schwingungen der Sprechmembrane dämpft je nach dem Drucke, den die durch *s* regulierbare Blattfeder *n* ausübt. Durch den Boden der Dose gehen isoliert geführte Verbindungen zu der ausserhalb befindlichen Feder *e*. Die erwähnten Teile bilden einen selbständigen, leicht auswechselbaren Körper, der durch den Druck des Deckels auf den Rand der Sprechmembrane einerseits und dem Druck zwischen Feder *e* und dem Bolzen *c* andererseits in seiner Lage erhalten wird. Dieser Bolzen ist durch Ebonit isoliert durch den Drehzapfen *f* hindurchgeführt und legt sich mit seinem äusseren Ende an die Blattfeder *e*, mittels welcher der Strom zugeführt wird. *g* ist das feste Lagergehäuse, welches in dem Träger des Ganzen, der Holzrosette *a* festsitzt. Die Schraube *h* vermittelt die Stromabführung. *i* ist ein drehbares Metallgehäuse, dessen Deckel durch Oeffnen eines Bajonettverschlusses abgehoben werden kann und in seiner Mitte den Schalltrichter *p* trägt. Durch Aufsetzen des Deckels wird die leitende Verbindung zwischen dem Metallgehäuse *b* bezw. *h* und der Sprechplatte des Mikrophons hergestellt und somit der Stromweg zwischen *h* und *b* gebildet.

Die kennzeichnenden Züge der Einrichtung sind die Verbindung zwischen Sprechplatte, Körnern und deren Träger, durch welche ein möglichst ungehindertes Schwingen der Sprechplatte und eine bequeme Auswechselbarkeit der das eigentliche Mikrophon bildenden Metallkapsel erreicht ist.

Ein einfaches Drehen des Gehäuses gestattet die Lagerung



der Kohlenkörner und damit die Wirksamkeit des Instrumentes zu beeinflussen.

Die Konstruktion nahm an einer Reihe 1899 von der deutschen Reichspostverwaltung veranstalteter Versuche zur Gewinnung eines den jetzigen Ansprüchen genügenden Mikrophons teil mit dem Ergebnis, dass dieselbe für die zukünftige Ver-



wendung in den reichsdeutschen Fernsprechanlagen angenommen wurde. Neben der hierdurch festgestellten Wirksamkeit und Zuverlässigkeit im praktischen Betriebe bietet die ausserordentlich einfache Konstruktion den Vorteil unerreicht billiger Herstellungskosten.

Zur Geschichte des Papiers.

Ueber Entstehung und Verbreitung des Papiers, sowie über die Fortschritte seiner Fabrikation handelt ein vor kurzem erschienenes Buch von *Augustin Blanchet*: „Essai sur l'histoire du papier et de sa fabrication“ (Paris 1900), dem die *Wiener Abendpost* folgende Daten entnimmt: Der Anfang des Papiers ist im chinesischen Bambusblatt zu suchen, auf welches mit „rotem“ (also glühendem) Eisen die ideographischen Figuren der chinesischen Sprache eingeätzt wurden; um diese Figuren dauerhafter zu machen, druckte man sie auf Seide. Ungefähr 100 Jahre nach Christi Geburt erfand der Hofbeamte *Isai-Loun* das eigentliche Papier, ein Gemisch aus Baumrinde, alten Lumpen, Pflanzenfasern und Hanffäden; der Erfinder stieg zu den höchsten Stellen des Reiches, nach seinem Tode erwies man ihm göttliche Ehren. Ueber Korea kam das Papier nach Japan, um 593 verbesserte es der Weise *Doncho*, bald darauf Prinz *Shotoku* durch Anwendung der Rinde des Maulbeerbaumes und des Hanfes. 806 bis 807 errichtete der Staat selbst Papierfabriken, wo man fünf Arten erzeugte: „Mafushi“ aus Hanfspitzen, „mashishi“ aus Hanfrinde, „kokusni“ und „danshi“ aus Maulbeerbaumrinden, „hishi“ aus den Fasern der Edgeworthia papyrifera.

Ins Abendland wurde die chinesische Erfindung durch die Araber gebracht; der Verfasser legt hier die ausgezeichnete Arbeit des Hofrates *J. Karabacek* über das arabische Papier zu Grunde. Durch die Almohaden kam die Kunst nach Fez, Marokko und Spanien, wo sich bei Valencia im Städtchen Xativa (Schatiba) die erste Papiermühle erhob, der mehrere in Katalonien folgten. Das arabische Papier kam bald auch in die Seestädte Italiens und nach Sizilien; in Fabriano arbeiteten 1307 bis 1324 nach Angabe des Forschers *Zonghi* sechs Mühlen. Venedig riss den ganzen Papierhandel durch Jahrhunderte an sich.

Wo die erste Mühle in Deutschland stand, war lange strittig, die einen verlegten sie nach Augsburg (1488), die anderen nach Regensburg (1539). Die neue Forschung entdeckte sie in Gleismühl bei Nürnberg, wo sie schon 1390 unter Leitung *Ulman Strömer's* arbeitete. In der Schweiz weisen die ersten Spuren auf das Dorf Praroman bei Freiburg (1411), dem 1440 Basel folgte; in England errichtete *John Tate* zu Stevenage in Herfordshire die erste Mühle 1494, die zweite 1507 bei Hartfort.

In Oesterreich liess *Karl IV.* aus Italien „Papierer“ kommen, die 1370 in Eger eine Mühle bauten; im 16. Jahrhundert entstanden in Böhmen Fabriken zu Trautenau (1505), Bensen bei Tetschen (1569), Friedland (1590). Der dreissigjährige Krieg zerstörte diese Etablissements, neue erhoben sich zu Weisswasser (1660) und Hohenelbe (1667). Mähren hatte zwei Mühlen, zu Iglau (1530) und zu Olmütz (1576), in Nieder-Oesterreich errichtete das Stift Heiligenkreuz 1616 eine Fabrik zu Leesdorf, die 1683 von den Türken samt den Arbeitern verbrannt, 1688 vom Stifte Melk restauriert wurde. *Karl VI.* berief, um die Fabrikation zu heben, Arbeiter aus Deutschland und der Schweiz, doch hatten sie wenig Erfolg. Maria Theresia klagte 1754: „Wir konstatieren mit Bedauern, dass alle in den Kronländern erzeugten Papiersorten in schlechtem Zustande sind und ohne Aufhören vom Auslande Papiere kommen müssen als teuer bezahlte Ware. Die Ursache davon sind schlechte Bereitung, Unzulässigkeit der Stoffe, Unordnung und Missbräuche bei den Händlern.“ Diesen Uebelständen machte eine im selben Jahre erschienene „Verordnung für Papierhandel und dessen Erzeugung“ ein Ende, welche mit Vernichtung des schlechten Materials und Sperrung der Mühlen drohte.

In Holland beschränkte man sich bis 1586 auf den Handel mit französischem und italienischem Papier, bis am 26. April desselben Jahres der Herzog von Leicester die Dordrechter Bürger *Hans von Aelst* und *Jean Lupaert* zur Errichtung zweier Mühlen autorisierte; neue Konzessionen folgten für Alckmaar, Zeland, Arnheim, doch hielten sie sich nicht lange. 1613 errichtete der Franzose *Martin Orges* eine Mühle zu Apeldoorn und ward der eigentliche Begründer der Papierindustrie in Holland, welcher die Erfindung des „rollenden Cylinders zur Zerfaserung des Stoffes“ neues Leben gab. Diese neue Erfindung — der Erfinder ist unbekannt geblieben — machte der deutsche Architekt *Leonhardt Christoph Sturm* 1697 durch eine ausführliche Beschreibung bekannt, als er Saardam besuchte.

In Russland wird einer Mühle 1576 Erwähnung gethan, die *Fedor Savine* „am Bache Outcha“ errichtete und nach deren Muster der Patriarch *Nikon* eine Fabrik zu Moskau bauen liess. Praktischen Wert erhielt die Industrie erst durch *Peter I.*, der selbst zu Saardam gearbeitet hatte und zu Douderhof bei St. Petersburg die holländische Erfindung benutzte. In der Türkei entstand in der Nähe Konstantinopels die erste Mühle 1745 durch den Direktor der kaiserlichen Druckerei, *Abraham Efendi*; in Nordamerika errichtete der 1690 ausgewanderte Holländer und Anhänger der Mennonitensekte *William Rittinghuysen* im Vereine mit dem Drucker *Bradford* die erste Fabrik in der neuen Welt.

Bücherschau.

Das Automobil in Theorie und Praxis. Elementarbegriffe der Fortbewegung mittels mechanischer Motoren. Von *L. Baudry de Saunier*. Autorisierte Uebersetzung von Dr. *R. v. Stern* und *Hermann A. Hofmann*. II. Band: „Automobilwagen mit Benzinmotoren“. Mit 252 Abbildungen und 29 Initialen. Wien 1901. Verlag von A. Hartleben. 34 Bogen. Geb. 7,50 fl. = 13,50 M. = 18 Frs.

In *D. p. J.* 1899 **313** 16 haben wir bereits den I. Band dieses Werkes besprochen. Derselbe behandelt ausschliesslich das Motocycle und die Voiturette, während der vorliegende II. Band den grösseren Automobiltypen, die bereits Proben ihrer Leistungsfähigkeit abgelegt haben, gewidmet ist.

Der lebhafte Beifall, welchen der I. Band gefunden hat, zeigt, dass es ein wirkliches Bedürfnis war, ein Buch über die Elementarbegriffe des Automobilismus zu schreiben, um das mystische Dunkel, in welches der Automobilismus gehüllt erschien, grossenteils zu lichten, wodurch das neue, fortschrittliche Verkehrsmittel vielfach neue Anhänger gefunden hat.

Der vorliegende Band behandelt scheinbar viel kompliziertere Fragen als der vorangegangene, da zwischen einem Motorwagen und einem Motocycle anscheinend ein grosser Unterschied ist. Letzteres gestattet freien Einblick in seine kleinsten Organe, während ersterer durch den Wagenkasten seinen Mechanismus verhüllt. Aber auch hier gehört zur gründlichen Kenntnis des Automobils weiter nichts als einige Aufmerksamkeit und Ueberlegung, also keine besonderen Kenntnisse der Mechanik.

Der Zweck dieses Werkes ist daher auch nicht derjenige, sämtliche existierende Benzin-Automobiltypen erschöpfend zu behandeln, denn ganz abgesehen davon, dass die Durchführung eines solchen Vorhabens bei den unzähligen, täglich frischen Zuwachs erhaltenden Systemen der neuen Industrie fast eine Unmöglichkeit wäre, erschien dasselbe höchst überflüssig, da es zum raschen Verständnis aller möglichen bestehenden und noch kommenden Systeme von Benzinwagen vollkommen genügt, die unten angegebenen hauptsächlichen Automobiltypen gründlich zu studieren. Demzufolge ist auch dieses Werk behandelt, wie sich aus den folgenden XVI Kapiteln ersehen lässt.

Im I. Kapitel werden zunächst die allgemeinen Bemerkungen über die Automobilwagen besprochen, während das II. Kapitel den Vätern des Benzin-Automobils, *Lenoir*, *Benz*, *Daimler*, gewidmet ist. Hierauf folgen im III. bis VI. Kapitel Wagen mit vertikalen Motoren: 1. Der De Dion-Bouton-Wagen, 2. der Panhard- und Levassor-Wagen, 3. der Mors-Wagen und 4. der Rochet-Wagen. Im VII. bis XIII. Kapitel folgen Wagen mit horizontalen Motoren: 1. Der Darraq-Wagen (System *Léon Bollée*), 2. der Rochet- und Schneider-Wagen, 3. der Peugert-Wagen, 4. der Georges Richard-Wagen, 5. der Delahaye-Wagen, 6. der Dietrich-Wagen (System *Amédée Bollée*), und 7. der Bolide-Wagen. Hierauf folgen im XIV. Kapitel die hauptsächlichsten Zubehörteile, und im XV. Kapitel die Behandlung des Automobils, während im XVI. Kapitel die hauptsächlichsten Betriebsstörungen und die Hilfsmittel dagegen besprochen sind. Hieran schliesst sich eine Charakteristik der hauptsächlichsten Marken französischer Benzin-Automobile.

Michael Faraday's Leben und Wirken. Von *Silv. P. Thompson*. Autorisierte Uebersetzung von *Agathe Schütte* und Dr. *Heinrich Danneel*. XV und 234 S. mit 22 Abb. und einem Porträt. Halle a/S. 1900. Verlag von Wilh. Knapp. Preis 8 M.

Der Verfasser lässt, in der Hauptsache durch Wiedergabe des Briefwechsels zwischen *Faraday* und seinen Zeitgenossen, das Leben und Schaffen des genialen Mannes an uns vorüberziehen. Indem wir so unmittelbar, von *Faraday* selbst geführt, in das Wesen seiner Arbeiten und Entdeckungen eindringen, vermögen wir seinen Gedanken nach allen Richtungen zu folgen, lernen ihn gleichzeitig als einen überaus edeln Menschen schätzen und bewundern seine klare geistige Grösse. Der Name des Autors bürgt für den Wert des vorliegenden Werkes, die Uebersetzung berücksichtigt sorgsam die Eigenart der Darstellung.

Arnold Bergsträsser Verlagsbuchhandlung (A. Kröner) Stuttgart.

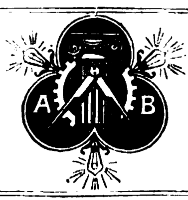
Druck der Union Deutsche Verlagsgesellschaft ebendaselbst.



DINGLERS POLYTECHNISCHES JOURNAL.

81. Jahrg., Bd. 315, Heft 39. Stuttgart, 29. September 1900.

Jährlich 52 Hefte in Quart. **Abonnementspreis** vierteljährlich 6 M., direkt franko unter Kreuzband für Deutschland und Oesterreich 6 M. 65 Pf., für das Ausland 7 M. 30 Pf. Redaktionelle Sendungen und Mitteilungen bittet man zu richten: An die Redaktion von „Dinglers Polytechn. Journal" in Stuttgart, die Expedition betreffende Schreiben an Arnold Bergsträsser Verlagsbuchhandlung (A. Kröner) Stuttgart.



Ueber einige neue Eis- und Kühlmaschinen auf der Pariser Weltausstellung 1900.

Von Professor **Alois Schwarz** in Mährisch-Ostrau.

Die grosse Pariser Weltausstellung, welche die neuesten Fortschritte und Errungenschaften auf allen Gebieten von Industrie und Technik in ein übersichtliches, wenn auch für Studienzwecke etwas zu ausgedehntes Bild vereinigt, hat gerade auf dem Gebiete der künstlichen Kühlung wenige Objekte von hervorragender Bedeutung aufzuweisen. Dies ist wohl zunächst durch den Umstand begründet, dass gerade auf diesem Gebiete Neuerungen und Fortschritte alsbald durch die Fachpresse besprochen und bekannt werden, und in ihren ersten Ausführungen seitens der interessierten Kreise mit Aufmerksamkeit verfolgt und denselben daher nicht mehr fremd sind; wohl auch durch einen anderen Umstand, dass gerade die auf dem Gebiete des Kühlmaschinenbaues vorgeschrittensten Länder, Deutschland und Amerika, sich auf diesem Gebiete der Ausstellung in sehr geringem Masse beteiligten, so dass deren offenbare Ueberlegenheit in diesem Zweige des Maschinenbaues, insbesondere über die französischen Leistungen, nicht so auffällig in die Erscheinung treten konnte. Gleich als Einleitung zu diesem Berichte muss konstatiert werden, dass Frankreich, bekanntlich die Wiege dieses Industriezweiges, welche durch *Carré*'s und *Pictet*'s Konstruktionen eigentlich erst geschaffen wurde und auf der Pariser Weltausstellung 1878 zu den hervorragendsten Sensationen gehörte, seit diesem Zeitpunkte nur geringe Fortschritte aufzuweisen hat, wenigstens nicht solche in jenem Masse, wie Deutschland, die Schweiz und Amerika. Seine einheimischen Konstruktionen weisen vielfach noch die veralteten Formen und Konstruktionen der ersten Zeitperiode auf, und es ist kennzeichnend, dass die erste und älteste Handeismaschine nach *Carré,* wie selbe noch in älteren technischen Lehrbüchern abgebildet erscheint, trotz ihrer einfachen Form und wenig rationellen Wirkung noch gegenwärtig von einzelnen französischen Firmen erzeugt und vertrieben wird, und auf der Ausstellung nicht etwa als historisches Objekt, sondern als gangbarer Artikel von denselben vorgeführt war; ebenso zeigen viele der ausgestellten Schwefligsäure-Kompressionsmaschinen noch die veralteten Formen und Konstruktionen *Pictet*'s. Bloss jene französischen Firmen, welche die Ausführung ausländischer Konstruktionen übernommen haben, wie die *Société française des constructions mécaniques, anciens établissements Cail,* welche die Linde-Maschinen, oder wie die *Compagnie française des moteurs à gaz et des constructions mécaniques,* welche im Verein mit der deutschen *Maschinenbauanstalt Humboldt* in Kalk a. Rh. die neuen Systeme von Kühlmaschinen nach *Fixary* zur Ausführung bringen, zeigen in ihren vorgeführten Objekten sich auf der Höhe moderner Konstruktion, welche sie wohl in erster Linie den deutschen Mitarbeitern verdanken.

In den folgenden Berichten seien zunächst nur jene Objekte ausführlich beschrieben, welche in ihren Konstruktionen und Anwendung wesentliche Neuerungen aufweisen, während Objekte bekannterer Konstruktion nur im Anhange aufgezählt werden sollen.

Zu den sensationellsten Erscheinungen auf dem Gebiete der künstlichen Kühlung gehören zweifellos die ausgestellten Maschinen zur Verflüssigung atmosphärischer Luft, die auf dieser Ausstellung dem grossen Publikum zum erstenmal im Betriebe vorgeführt erscheinen und begreifliches Aufsehen erregten. Es waren zwei solcher Maschinen in Betrieb zu sehen und zwar in der deutschen Abteilung für chemische Industrie der Luftverflüssigungsapparat von Prof. *Linde,* in der amerikanischen Abteilung der gleiche Apparat von Prof. *Tripler.*

Der Luftverflüssigungsapparat von Prof. *Linde,* welcher in seinem Prinzipe schon mehrfach (auch in dieser Zeitschrift 309 * 159, 313 * 196) beschrieben wurde, soll in der in der Ausstellung vorgeführten und in Betrieb gesetzten Ausführungsform, welche mehrfache Verbesserungen und Neuerungen aufweist, nachstehend ausführlich besprochen werden. Das *Linde*'sche Luftverflüssigungsverfahren beruht bekanntlich auf der Abkühlung, welche die Luft dadurch erfährt, dass sie sich nach erfolgter starker Kompression wieder ausdehnt. Diese Abkühlung beträgt bei atmosphärischer Luft bloss 0,25° für je 1 at Druckdifferenz, und wäre daher viel zu gering, um durch einen einzigen Kreislauf, selbst bei sehr grossen Druckdifferenzen, die Verflüssigung der Luft zu ermöglichen, welche bekanntlich erst unter der kritischen Temperatur von — 140° C. erfolgen kann, und bei gewöhnlichem Atmosphärendruck erst bei — 191° C., dem Siedepunkte der flüssigen Luft, eintritt. Man muss daher den Effekt mehrerer wiederholt aufeinander folgender Ausdehnungen vereinigen, indem man jede Ausdehnung nach erfolgter Kompression zur Abkühlung der Luft bei der folgenden Ausdehnung verwendet. Dieses Resultat ist nun mittels Anwendung des Gegenstromprinzips zu erzielen, welches in dem *Linde*'schen Apparat in einer vervollkommneten Form mittels zwei sehr langer konzentrischer Röhren, welche spiralförmig gewunden angeordnet sind. Die komprimierte Luft durchströmt von oben nach unten die inneren Rohre der senkrechten Doppelspirale, strömt durch ein am äussersten Ende angeordnetes Ventil mit geringerem Drucke aus und kehrt durch den zwischen den beiden Rohrspiralen gebildeten ringförmigen Raum zurück, indem sie der in der inneren Spirale sich bewegenden komprimierten Luft die durch die Expansion entstehende Kälte abgibt. Auf diese Weise erniedrigt sich die Temperatur dieser in der inneren Spirale zirkulierenden komprimierten Luft so lange, bis die Verflüssigung erreicht ist, und ein Teil der Luft sich im flüssigen Zustande in einem am unteren Ende des Apparates angeordneten Recipienten in Form einer doppelwandigen Glasflasche ansammelt.

Der bei diesem Verfahren angewendete Apparat, welcher in umstehender Figur in schematischer Zeichnung dargestellt ist, besteht aus dem Gegenstromapparat, dem Luftkompressionsapparat, und den zur vorläufigen Abkühlung und der Trocknung der komprimierten Luft dienenden Hilfsapparaten.

Der Gegenstromapparat besteht, wie Fig. 1 zeigt, aus drei konzentrischen Kupferröhren, welche spiralförmig gerollt sind. Der Kreislauf erfolgt nach den vorstehenden Ausführungen in nachfolgender Weise: In dem Luftkompressor *f g*, welcher bei grösseren Maschinen als Compoundkompressor eingerichtet ist; in dem Hochdruckcylinder *f* des ersten Kompressors wird der vorbeschriebene Kreislauf durchgeführt, indem derselbe dem Gegenstromapparat die dort expandierte Luft von 50 at entnimmt und auf 200 at zusammenpresst, diese sodann durch den Luftkühler *e* in den Gegenstromapparat zurückführt. Das Luftvolumen, welches kontinuierlich aus der Atmosphäre dem Kreislauf zugeführt wird, wird durch den Niederdruckcylinder *h* angesaugt, von etwa 4 at auf 50 at komprimiert und mit dieser Pression gemeinsam mit der von dem Gegenstromapparat kommenden Luft von dem Hochdruckcylinder angesaugt. Bei kleineren Installationen saugt der Niederdruckcylinder die Luft direkt aus der Atmosphäre. Die Regulierung der verschiedenen Drucke, welche durch Manometer angezeigt werden, erfolgt durch zwei Ventile, und ist jeder Cylinder überdies mit einem Sicherheitsventil versehen. Der Antrieb des Kompressionsapparates erfolgt in der ausgestellten Anlage mittels einer Dynamomaschine von 15 PS Leistung. Die auf 200 at komprimierte Luft wird, bevor sie in den Gegenstromapparat eintritt, mittels einer gewöhnlichen *Linde*'schen Ammoniakkompressionskühlmaschine abgekühlt und zwar in dem Kühler *e*, welcher mit einer Salzlösung gefüllt ist, die mittels des gleichzeitig angetriebenen Ammoniakkompressors auf 10 bis 15° unter Null gekühlt wird. Die infolge der Wassereinspritzung bei der Kompression in der Luft enthaltenen Wasserdämpfe werden zunächst in einem Wasserabscheider abgesondert und sodann in dem Trockencylinder *i* durch Chlorcalcium vollständig entfernt. Die so auf 200 at komprimierte, gekühlte und getrocknete Luft gelangt erst durch das Rohr p_2 in den Gegenstromapparat und zwar durch die innerste der drei Rohrspiralen, welche sie durch ein Reduzierventil verlässt und dabei auf einen Druck von 50 at reduziert, welche von dem Kompressor durch Rohr p_1 durch die mittlere Rohrspirale rückgesaugt wird, wobei die Luft der innersten Rohrspirale auf eine Temperatur von — 130° abgekühlt und teilweise verflüssigt wird. Unter dem ersten Regulierventil *a* befindet sich ein zweites *b*, durch welches bei normalem Betriebe eine Quantität Luft in gleicher Menge, welche durch den Kompressor aus der Atmosphäre angesaugt und in den Kreisprozess eingeführt wird, unter gewöhnlichem Atmosphärendruck entweicht. Hierbei wird die komprimierte Luft bis — 191° abgekühlt und fliesst im verflüssigten Zustande durch den Hahn *b* in den Sammelbehälter *c*, welchem sie durch den Ablasshahn *d* entnommen werden kann. Dieser Prozess verläuft als Kreisprozess kontinuierlich, und werden mit dem ausgestellten und in Betrieb gesetzten Apparate, dessen Preis mit 15000 Frcs. angegeben ist, pro Stunde 5 l flüssige Luft erzeugt, welche in den bekannten Flaschen mit doppelter Wandung, deren Zwischenraum evakuiert und innen versilbert ist, längere Zeit, auch mehrere Tage aufbewahrt werden kann. Mit dieser verflüssigten Luft werden den Hunderten von Zuschauern, welche dieser interessante Betrieb stets um die Maschine versammelt, die bekannten Versuche des Gefrierens von Quecksilber und Alkohol, des Starr- und Sprödewerdens von Papier und Kautschuk vorgeführt, und die Kältewirkung durch Verdunstung der Luft demonstriert. Bekanntlich ist dieses Verfahren für die Erzeugung künstlicher Kälte im grossen noch ohne praktische Bedeutung, jedoch für wissenschaftliche, speziell medizinische und chemische Zwecke ist die Anwendung sehr ausgebreitet, und insbesonders ist in jüngster Zeit die Verwendung von flüssiger Luft für Sprengzwecke durch ein Patent geschützt und seitens der *Gesellschaft Nobel* zur Verwertung erworben, bei Tunnelbauten sogar bereits mit Erfolg in der Praxis ausgeführt worden.

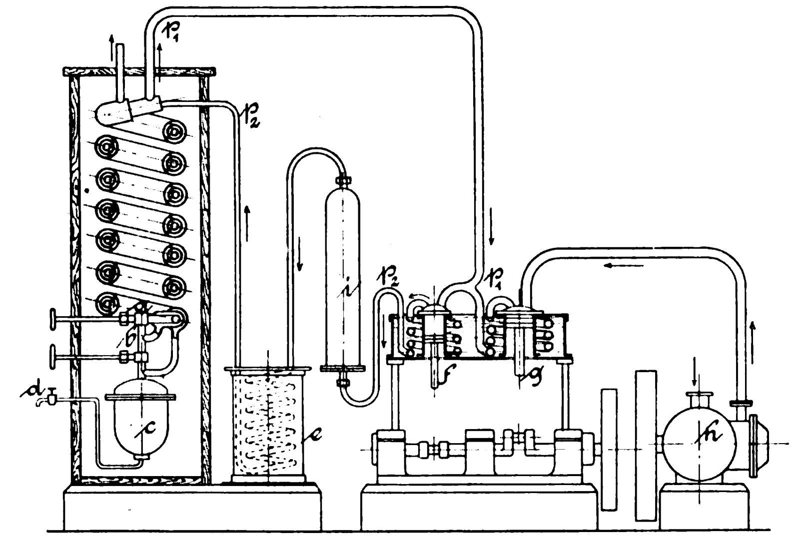


Fig. 1
Gegenstromapparat von Linde.

Eine zweite Anlage zur Verflüssigung atmosphärischer Luft ist in der amerikanischen Maschinenabteilung durch die *Tripler Liquid air Co.* in New York, welche zum Zweck der Ausnutzung des von Prof. *Tripler* ausgearbeiteten Verfahrens die Luftverflüssigung mit einem Kapital von 10 Millionen Dollars unter dem Präsidium Prof. *Tripler*'s gegründet wurde, ausgestellt und gleichfalls in Betrieb vorgeführt. Die Inbetriebsetzung dieser Anlage verzögerte sich bis gegen Mitte Juli. Der Apparat lenkte jedoch gleichfalls durch die mit der erzeugten flüssigen Luft vorgeführten Versuche bald die Aufmerksamkeit der Besucher auf sich. Das *Tripler*'sche Verfahren beruht auf ähnlichen Grundsätzen wie das von *Linde*, ist jedoch in dem vorgeführten Apparate, dessen Konstruktion sorgfältig verschlossen ist, nicht ersichtlich; man bemerkt ausser der Antriebsmaschine bloss zwei cylindrische Gefässe, welche die Verflüssigungsapparate enthalten, und aus welchen durch unten angebrachte Hähne die flüssige Luft entströmt. Einer uns von dem Vertreter der *Tripler Liquid air Co.* zur Verfügung gestellten Beschreibung entnehmen wir nachstehendes über die Einrichtung des Apparates (eine schematische Zeichnung war trotz aller aufgewandten Mühe nicht zu erhalten). Der Bericht bemerkt, dass die Verflüssigung der Luft von Prof. *Tripler* ebenso wenig erfunden wurde, wie *Edison* nicht die Elektrizität entdeckt habe, dass aber Prof. *Tripler* für die flüssige Luft die gleiche Bedeutung habe, wie *Edison* für die Elektrizität (?), und dass es Prof. *Tripler*, nachdem er 20 Jahre sich mit der Kompression und Verflüssigung von Gasen beschäftigt hatte, erst im Jahre 1892 gelungen war, die Luft durch physikalische Vorgänge zu verflüssigen, und, nachdem er ein Vermögen für bezügliche Versuche verwendet, er endlich ein Verfahren erzielte, um auf sehr billige, praktisch verwertbare Weise Luft im grossen zu verflüssigen. Nach den Mitteilungen dieses Berichtes erzeugt Prof. *Tripler* schon mit seinen Versuchsapparaten eine Gallone flüssige Luft (= 4,5 l) für 5 Cents (= 20 Pf.), und soll dieser geringe Preis bei Anwendung grosser Apparate sich noch bedeutend verringern; doch selbst beim Preise von 5 Cents pro Gallon weist die flüssige Luft — nach dem citierten Berichte — als Kälteerzeugungsmittel eine bedeutende Ersparnis gegenüber allen anderen Kühlmethoden auf.

Nach dieser Berechnung soll die Erzeugung einer Temperatur von + 32° F. (= 0° C.) in einem Kühlraum bloss 10 bis 25 Cents pro Kubikfuss *jährlich* kosten, und bei guten Verflüssigungsapparaten und einem Kohlenpreis von 3 Dollars pro Tonne, würde die Abkühlung von 1000 Kubikfuss jährlich bloss 30 bis 35 Dollars kosten, wobei die angewendeten Apparate um die Hälfte weniger Anlagekosten erfordern, als die nach anderen Methoden der künstlichen Kühlung.

Das Verfahren der Luftverflüssigung nach Prof. *Tripler* wird nachstehend beschrieben. Die zu verflüssigende Luft wird zunächst einem vorläufigen Druck von 2500 Pfund

auf den Quadratzoll unterworfen, und mittels Wasserberieselung auf eine Temperatur von + 60° F. (+ 14,5° C.) abgekühlt. Diese komprimierte Luft wird hierauf durch eine spiralförmige Röhre aus Kupfer geleitet, in welche eine Reihe von fünf Metallcylindern von verschiedenem Durchmesser konzentrisch ineinander eingeschaltet sind; nachdem die komprimierte Luft diese Spirale und die eingeschalteten Cylinder passiert hat, findet sie ihren Ausgang durch ein Regulierventil von besonderer Konstruktion und dehnt sich während des Ausströmens aus; diese ausströmende komprimierte Luft, welche bei dieser Ausdehnung sich stark abkühlt, wird dem Kompressionsapparat wieder zugeführt und wird auf diesem Wege von aussen um die erste Spirale geführt, welche die komprimierte Luft enthält, wobei sie diese von — 10° F. auf — 95° F. (— 70° C.) abkühlt. Durch Wiederholung dieses Vorganges wird endlich die Temperatur (— 191° C.) erreicht, bei welcher die Luft sich verflüssigt, und zwar wird der vierte Teil der angesaugten Luft im flüssigen Zustande gewonnen, während der übrige Teil der Luft, welcher eine Temperatur von ungefähr — 300° F. (— 185° C.) hervorruft, den Kreislauf durch die Maschine neuerlich zurücklegt und die Verflüssigung weiterer Luftmengen vorbereitet. — Nach dieser Beschreibung ist das *Tripler*'sche Verfahren dem *Linde*'schen Verfahren nahezu identisch, und unterscheidet sich der Kompressionsapparat bloss durch die eingeschalteten fünf konzentrischen Cylinder, welche bei dem *Linde*schen Apparat durch die drei konzentrisch angeordneten Spiralröhren ersetzt erscheinen.

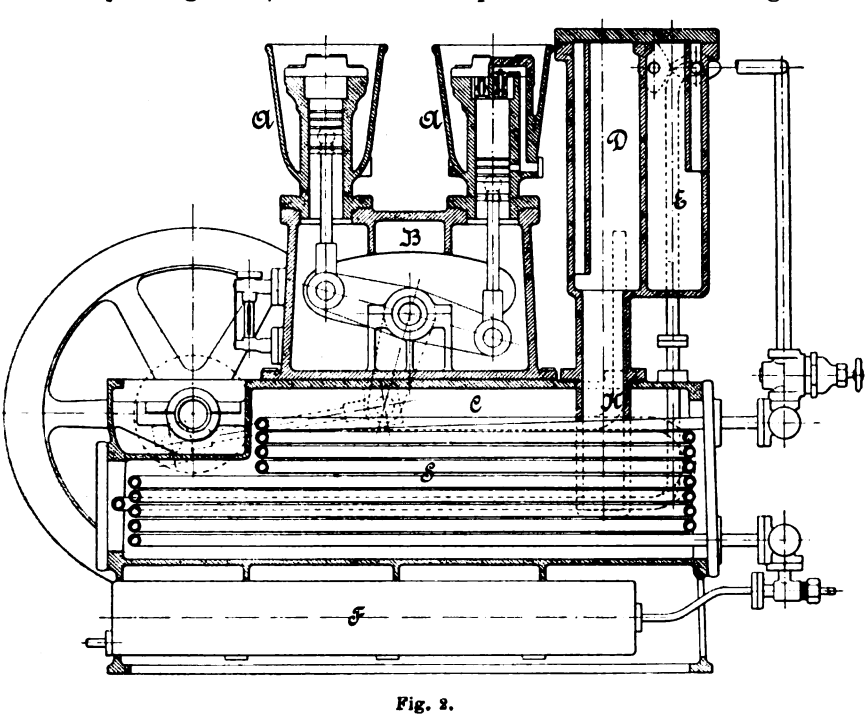


Fig. 2.

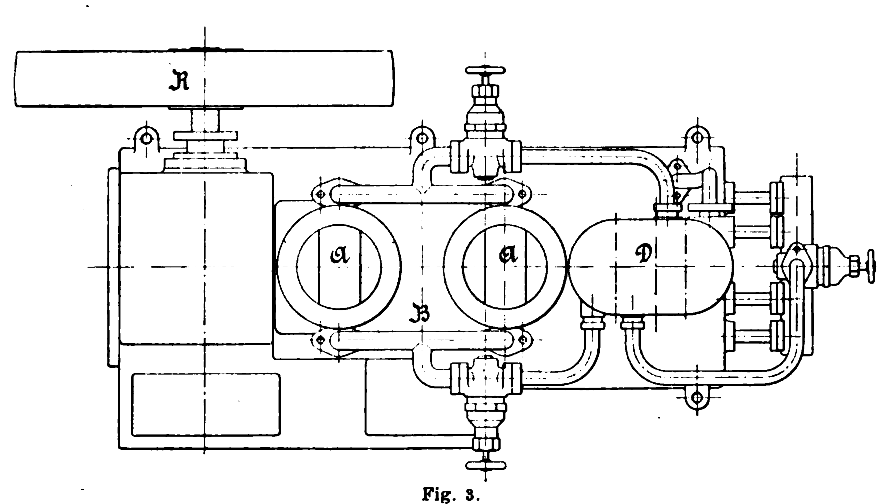


Fig. 3.

Amerikanische Kühlmaschine von der Königsfelder Maschinenfabrik Lederer und Porges.

Nach den citierten Ausführungen der *Tripler Liquid air Co.* scheint — nächst der Kälteerzeugung — die wichtigste Verwendung der verflüssigten Luft als motorische Kraft in Aussicht genommen zu sein; da die verflüssigte Luft ihr Volumen bei 32° F. (0° C.) 746mal vergrössert, erscheint sie insbesondere für den Betrieb von Automobilen geeignet, da die zum Betriebe eines solchen Fahrzeuges nötige Menge von flüssiger Luft nicht mehr als 35 Pfund wiegen würde, welche für eine Fahrt von 1000 Meilen ausreichend wäre, so dass bei oben berechnetem Preise der flüssigen Luft die Kosten des Weges pro Meile sich auf ½ bis ⅓ Cents stellen würden.

In der Praxis ist weder diese Frage, noch auch die Frage der Anwendung flüssiger Luft zur künstlichen Kühlung gelöst, da es bisher bekanntlich noch nicht gelungen ist, die flüssige Luft in geschlossenen Gefässen zu transportieren oder aufzubewahren, da kein Material dem enormen Drucke Widerstand leisten kann. Hingegen wird die Anwendung der flüssigen Luft auch von der *Tripler Liquid air Co.* als Sprengmittel, welches 2½mal die Wirkung des Dynamits übersteigt, als mit Erfolg angewendet empfohlen, ebenso in der Metallurgie wegen der enormen Mengen des in derselben angesammelten Sauerstoffs, wie auch in gleicher Weise in chemischen Laboratorien und Fabriken. Auch in mehreren Spitälern von New York, dem von *Roosevelt* und *Vanderbilt*, wurde die flüssige Luft von den Chirurgen vielfach mit Erfolg zur Lufterneuerung in Krankensälen, zur Bekämpfung sehr hoher Fieber, zum Kauterisieren und Unempfindlichmachen insbesondere bei mehreren Formen von Krebsleiden zur Anwendung gebracht, so dass der Verbrauch an flüssiger Luft derzeit bereits auf 2000 Gallons pro Tag gestiegen ist.

Von amerikanischen Kühlmaschinen ist bloss eine Konstruktion in der Ausstellung vertreten und zwar auffälliger Weise nicht durch eine amerikanische Firma, sondern durch eine österreichische Maschinenfabrik, die *Königsfelder Maschinenfabrik Lederer und Porges* in Brünn, welche eine kleine, sehr kompendiös gebaute Kühlmaschine für den Kleinbetrieb aus Amerika eingeführt und das Ausführungsrecht für Oesterreich-Ungarn erworben hat. Diese Maschine, welche wir in beistehenden Fig. 2 bis 4 in ihrer Detailkonstruktion, sowie in einer perspektivischen Ansicht vorführen, hat nachstehende Einrichtung:

Die Maschine arbeitet in der Weise, dass die Kompression in zwei einfach wirkenden Cylindern *A A* vollführt wird, so dass die gewöhnliche Stopfbüchse hierbei in Wegfall kommt. Die Bewegung der Kolben geschieht durch einen in der Oelkammer *B* liegenden Balancier, wie aus Fig. 2 ersichtlich. Die Welle des Balanciers geht durch eine Stopfbüchse, die nur eine oscillierende Bewegung abzudichten hat, nach aussen und wird von einer Kurbelscheibe, Stange und Hebel in Bewegung gesetzt.

Im Inneren der Oelkammer *B* herrscht während des Betriebes Saugspannung und dient dieser Raum zur Ausgleichung derselben, sowie zur Aufnahme des abgeschiedenen Oeles, welches durch einen Oelstandzeiger kontrolliert wird und so hoch steht, dass die Stopfbüchse der schwingenden Welle stets unter Oel ist, so dass die Abdichtung nicht gegen die Ammoniakdämpfe, sondern gegen das Oel erfolgt.

Von dem mit einem Wassermantel umgebenen Kompressionscylinder, welcher sich durch eine eigenartige, sinnreiche Konstruktion auszeichnet, werden die Dämpfe in den Oelabscheider *D* gedrückt, dessen unterer Fortsatz in den Wasserraum des Kondensators taucht, hier gekühlt wird und dadurch die Oelabscheidung energisch unterstützt.

Die Dämpfe nehmen sodann den Weg in den Kondensator *S*, welcher aus mehreren im Unterteil der Maschine gelegenen Schlangen besteht, werden dort kondensiert und hierauf in einer Flasche *F* gesammelt, von wo sie im gut gekühlten Zustande durch ein patentiertes Regulierventil (Fig. 5) dem Verdampfer zuströmen, wo sie von neuem verdampfen und der Umgebung Wärme entziehen. Die Dämpfe werden von den Kompressoren abgesaugt, wieder komprimiert und der Kreislauf beginnt von neuem.

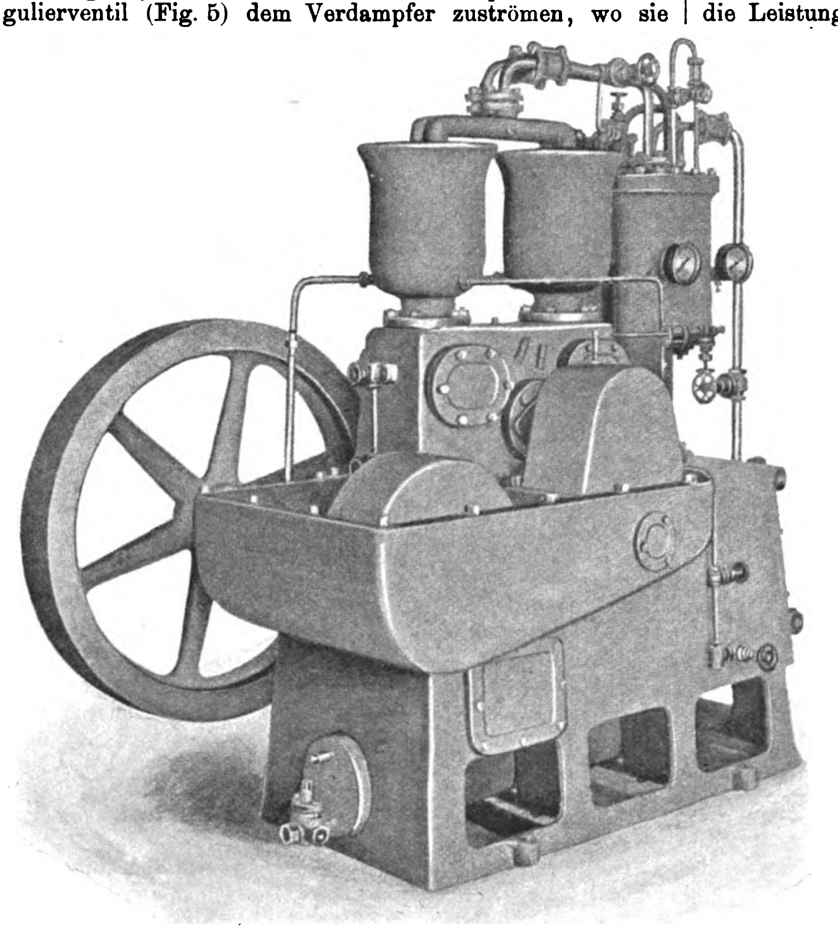


Fig. 4.
Amerikanische Kühlmaschine von der Königsfelder Maschinenfabrik Lederer un Porges.

Die abgesaugten Dämpfe treten jedoch nicht direkt in die Cylinder, sondern passieren zuerst eine in das Kondensatorwasser tauchende Hilfsschlange *H* und eine zweite Kammer *E* des Oelabscheiders, welche an die erste Kammer *D* grenzt, um daselbst erwärmt zu werden, so dass die etwa mitgerissenen Flüssigkeitsteile noch verdampfen, anderseits das Kondensatorwasser abgekühlt bezw. die Spannung der komprimierten Dämpfe in der Kammer *D* herabgesetzt wird, so dass infolge dieser Massnahmen die Maschine stets mit absolut trockenem Dampf arbeitet. Auch die Cylinder sind vollständig unter Wasser gekühlt.

Das Regulierventil (Fig. 5) besteht aus einem Gehäuse, in welchem eine Ventilspindel gelenkig an einem doppelarmigen Hebel angebracht ist, dessen Ende an einer Plattenfeder befestigt ist, welche unter Verdampfdruck steht.

Der Fixpunkt des Hebels lässt sich von Hand aus verstellen. Steigt die Spannung im Verdampfer, vermindert die Spindel den Zufluss der Ammoniakflüssigkeit und umgekehrt. Bleibt die Maschine stehen, sperrt das Ventil den Zufluss ganz ab. Wird die Maschine in Gang gesetzt, so öffnet sich das Ventil automatisch, so dass sich dasselbe allen Verhältnissen der Maschine anpasst.

Die Vorteile dieser neuen Maschine bestehen darin, dass sie ohne weitere Manipulationen rasch abgestellt und wieder in Betrieb gesetzt werden kann, wobei sich das Regulierventil automatisch schliesst und öffnet, sowie auch die Schmierung aller Teile automatisch erfolgt. Ebenso erfordert die einfache Konstruktion und der kompendiöse Bau bloss ein geringes Fundament, sowie die Maschine selbst bloss geringen Raum; durch das Arbeiten mit trockenen Gasen können ohne Schwierigkeit Temperaturen bis — 20° C. erreicht werden, und auf diese Weise sich die Leistung der Maschine wesentlich erhöhen.

Wir haben mit dieser Maschine eine sehr bemerkenswerte Neuerung auf dem Gebiete der Kühlmaschinen zu verzeichnen, welche sich voraussichtlich bald in Europa Eingang und Verbreitung verschaffen wird.

Von den zahlreich ausgestellten französischen Kühlmaschinen — es waren nicht weniger als 10 französische Fabriken mit nahezu 100 Objekten in den verschiedenen Klassen, besonders zahlreich in den Klassen „Nahrungsmittel“ und „Marine“ vertreten — zeigen, wie bereits eingangs erwähnt, nur wenige neue oder beachtenswerte Konstruktionen. Zu den bemerkenswertesten der ausgestellten Objekte dieser Gruppe gehören die von der *Compagnie française des moteurs à gaz et des constructions mécaniques* in Paris (155 Rue Croce-Nivert) vorgeführten, welche Gesellschaft neben dem Bau von Gasmotoren auch den Bau von Ammoniakkompressionsmaschinen nach System *Fixary* als Spezialität betreibt, während die Ausführung dieser Maschinen in Deutschland durch die bekannte *Maschinenbauanstalt Humboldt* in Kalk bei Köln a. Rh. erfolgt.

Diese beiden genannten Firmen hatten daher ihre Objekte gemeinsam ausgestellt und zwar in einem neben der Maschinenhalle und dem Kesselhause etablierten Spezialpavillon, in welchem nebst Gasmotoren auch eine komplette Eis- und Kühlmaschine, System *Fixary*, in Betrieb, sowie zahlreiche Pläne der von den beiden genannten Firmen ausgeführten Kühlanlagen, darunter speziell die Schlachthofkühlanlagen in Köln a. Rh., Mühlheim a. Rh. und Düren, ausgeführt von der *Maschinenbauanstalt Humboldt*, sowie die besonders interessante von der französischen Gesellschaft ausgeführte Kühlanlage der Pariser Morgue (der öffentlichen Leichenhalle), sowie einer für den grossen Dampfer *Lorraine* der *Compagnie générale atlantique* ausgeführten Kühlanlage.

Eine spezielle Neuerung der Kühlmaschinen nach dem System *Fixary*, besonders für Schlachthofkühlanlagen, bilden die Luftkühlapparate, deren einer gleichfalls in Verbindung mit einer Kühlkammer in dem erwähnten Pavillon ausgeführt war. Wir geben nachstehend an der Hand der beigegebenen Fig. 6 bis 8 eine Beschreibung dieses Luftkühlapparates, System *Fixary*.

Zum Verdampfer

Zum Kondensator

Fig. 5.
Regulierventil.

Diese Luftkühlapparate mit je zwei Kühlkammern und einer Luftumführungskammer sind direkt wirkende (durch D. R. P. Nr. 33111 geschützte) Röhrenkühler, in deren aus einem Stück geschweissten Rohrschlangen das flüssige Ammoniak verdampft, während um die Rohrschlangen die aus den Kühlräumen abgesaugte wärmere Luft mittels Ventilatoren vorbeigeblasen wird. Durch die innige Be-



rührung der Luft mit den kalten trockenen Rohrschlangen wird dieselbe nicht nur entsprechend abgekühlt, sondern gleichzeitig auch getrocknet und gereinigt, so dass sie in vollständig regeneriertem Zustande wieder in die Kühlräume gelangt. Die in der Luft enthaltene Feuchtigkeit und Unreinigkeit samt den Fäulnisbakterien schlägt sich auf den Verdampferrohrschlangen als Reif nieder, welch letzterer wieder zeitweise durch Abtauen der Rohrschlangen als Tauwasser mit den Unreinlichkeiten und Pilzkeimen entfernt wird, so dass die Luft stets wieder mit kalten, reinen und trockenen Oberflächen in Berührung kommt.

triebes; vor allem aber muss Gewicht darauf gelegt werden, dass nicht durch unrichtige Handhabung während der Umschaltung die Kälteabgabe im Kühler, mithin auch die Entfeuchtung und Reinigung der Luft unterbrochen wird.

Eine solche unrichtige Handhabung ist aber sehr leicht zu vermeiden; man braucht sich nur mit einem Blick durch die Schaufenster davon zu überzeugen, ob das expandierende Ammoniak in den entreiften schwarzen Schlangen durchzogen ist, bevor man die Zuführung des flüssigen Ammoniaks in die bereiften Schlangen unterbricht, und das wird der Fall sein, sobald die schwarzen Schlangen

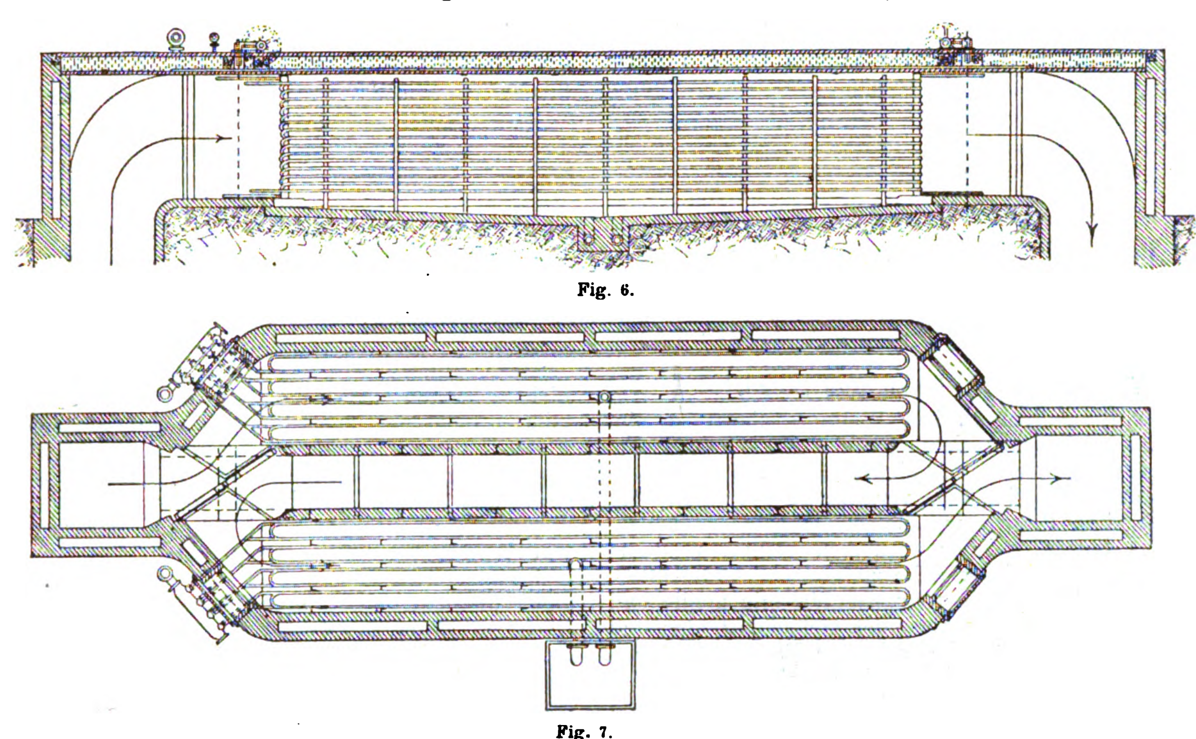


Fig. 6.

Fig. 7.

Luftkühlapparat, System Fixary.

Die Wirkungsart des Kühlers ist ohne weiteres leicht aus der Zeichnung zu entnehmen.

Die durch einen Ventilator aus dem Kühlraum angesaugte erwärmte und feuchte Luft wird auf dem durch die Pfeile bezeichneten Wege durch den Kühler hindurch in den Kühlraum als kalte und entfeuchtete Luft zurückgeführt. Die Kühlung und Entfeuchtung der Luft im Kühler geht, wie folgt, vor sich: In dem Schlangensystem der ersten Kammer befindet sich kein expandierendes Ammoniak, doch ist dessen Oberfläche mit Reif von der vorhergegangenen Entfeuchtung der Luft bedeckt; im Schlangensystem der zweiten Kammer erzeugt das expandierende Ammoniak eine starke Kälte (—15° C.), die ungehindert nach aussen abgegeben werden kann, da die Schlangenoberfläche ganz schwarz ist. Die warme Luft wird den Reif an den Schlangen in der ersten Kammer abschmelzen und sich dadurch schon verkühlen; das entstandene Grundwasser wird rasch abfliessen. Durch die Umführungskammer strömt die vorgekühlte, aber noch nicht getrocknete Luft nunmehr in die zweite Kammer, wo sie in Berührung mit den sehr kalten Schlangen gelangt, sich vollends und zwar sehr tief abkühlt und infolgedessen ihre Feuchtigkeit abgibt, die sich als Reif an die Schlangen absetzt. Das Entreifen der Schlangen in der ersten Kammer wird nach einer gewissen Zeit beendet sein, der Betrieb des Apparates mit der gezeichneten Klappenstellung wird aber fortgesetzt, bis die Schlangen in der zweiten Kammer so stark bereift sind, dass ihre Kältewirkung nachzulassen beginnt. Dann muss umgeschaltet werden, d. h. in die schwarzen entreiften Schlangen wird flüssiges Ammoniak zum Verdampfen eingelassen, die Luftklappen werden umgestellt und sodann die Zuführung von flüssigem Ammoniak in die bereiften Schlangen unterbrochen.

Wie oft und in welcher Weise der Kühler umzuschalten ist, das ergibt sich aus der Eigenart jedes Be-

einen Anhauch von Reif zeigen. Dann ist nicht mehr zu befürchten, dass durch das Umschalten irgend welche nachteilige Schwankungen in der Kälteabgabe auftreten werden und die letzteren wird man auf das mindeste Mass bringen können, wenn man die Zuführung des flüssigen Ammoniaks in alle bereiften Schlangen nicht zugleich unterbricht, sondern dies mit einer nach der anderen Schlange vornimmt;

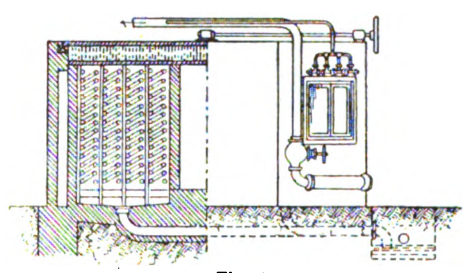


Fig. 8.

Luftkühlapparat Fixary.

für diesen Fall sind aber die einzelnen Schlangen von einander durch leichte Scheidewände zu trennen.

Die mit den Kühlapparaten verbundene Umschaltvorrichtung ermöglicht eine ununterbrochene Kühlwirkung, indem die Rohrschlangen der einen Kühlkammer mittels der abgesaugten wärmeren Kühlhausluft abgetaut werden können, während sich diejenigen der anderen Kammer noch in vollem Kältebetriebe befinden. Damit das Absaugen der wärmeren und das Einführen der gekühlten, gereinigten und getrockneten Luft möglichst gleichmässig geschieht, sind an der Decke der Kühlräume eine entsprechende Anzahl hölzerner Verteilungskanäle angebracht worden, welche durch gemauerte Kanäle mit den Luftkühlapparaten (bezw. mit den Exhaustoren) verbunden sind. Auch ist die Einrichtung getroffen, dass durch Zuführen

von frischer Aussenluft die Luft in den Kühlräumen jederzeit und nach Bedarf erneuert werden kann.

Von neuer beachtenswerter Konstruktion war bei der ausgestellten und in Betrieb vorgeführten Fixary-Eismaschine, für eine Erzeugung von 750 kg pro Stunde, welche durch einen Gasmotor, System *Otto*, mit 12 bis 15 PS angetrieben war, der Destillierapparat zur Erzeugung von destilliertem Wasser für Krystalleis, welches aus direktem Dampf durch Kondensation, wiederholtem Aufkochen und Filtration durch ein Kohlenfilter vollkommen luftfrei und rein erzielt wird; ausserdem noch ein *automatischer Füllapparat* für die Eiszellen. Derselbe besteht aus sechs direkt mit dem Wasserbassin in Verbindung stehenden Füllröhren, welche durch einen einzigen Hebel mit langem Arme, der die Hähne sämtlicher sechs Röhren bethätigt, geöffnet und geschlossen werden kann. Das Ausheben der Zellen erfolgt durch einen mechanisch mittels Gasmotor angetriebenen Kran; die entleerten Zellen werden auf eine schief liegende Bühne gehoben und durch Senken der gleichfalls schief liegenden Füllröhren an zwei seitlichen Gleitstangen bei gleichzeitigem Oeffnen aller Hähne mittels des Hebelarmes die Füllung aller Zellen gleichzeitig vorgenommen. Durch den gleichen, sehr hübsch gebauten Kran mit doppeltem Seilfriktionsantrieb, erfolgt das Eintauchen der gefüllten Zellen in den Eisgenerator und das Verschieben derselben.

Von der gleichen Firma waren auch Eis- und Kühlmaschinen in der Gruppe der Nahrungsmittel, sowie in der Gruppe Marine zur Ausstellung gebracht, welche die gleiche Ausführung zeigten. (Schluss folgt.)

Die besonderen Verkehrsmittel der Pariser Weltausstellung.

(Fortsetzung und Schluss von S. 605 d. Bd.)

V. Strassen, Brücken und Stege.

Bei der dermaligen Pariser Weltausstellung ist hinsichtlich ihrer örtlichen Ausdehnung ein eigenes, man könnte sagen *„zerrissenes“* Verhältnis eingetreten, weil man den Ausstellungsraum möglichst zu vergrössern trachtete, dabei aber die alten Plätze, wo die früheren Ausstellungen stattgefunden hatten, wieder ausnutzen wollte, um dem Herzen der Stadt möglichst nahe zu bleiben. Namentlich sollte das Marsfeld mit seiner grossen Maschinenhalle und dem Eiffel-Turm den Grundstock des Geländes bilden und demselben, gleichwie es bei der letzten Pariser Weltausstellung der Fall war, der Trocadérohügel, dann die Invalidenesplanade, sowie das dazwischenliegende, am *Quai d'Orsay* entlang laufende, linke Seineufer angefügt werden. Um aber die erstrebte Erweiterung durchzuführen, wurden diesmal auch noch das rechte Seineufer (Quai de la Conférence) nebst dem *Jardin du cours la Reine* und ein nennenswertes Stück der *Champs d'Elysées* mit einbezogen, so dass die Gesamtausdehnung dieses Geländes [1]), welches 1889 genau 96,0 ha betrug, 1900 um 12 ha zugenommen hat, ungerechnet den ganz für sich abgeschlossenen Ausstellungsraum in *Vincennes*, wohin ein Teil der chemischen Industrie, der Sport, das Verkehrswesen und die Wohlfahrtseinrichtungen verwiesen worden sind. Es war mit nicht geringen Schwierigkeiten verbunden, die besagten, teils am rechten, teils am linken Seineufer sich ausdehnenden Plätze zu einem zusammenhängenden Ganzen zu verbinden und an den äusseren Umfängen fortlaufend abzuschliessen, ohne dass der allgemeine Verkehr an den dazwischen liegenden, öffentlichen Brücken und Strassen gehindert würde. Um diese Aufgabe zu lösen, musste die 108 ha umfassende Gesamtfläche, von der 49 ha überbaut, 62 ha nicht überbaut sind, eine Einfriedigung von 12,86 km Länge erhalten, in welcher 36 Hauptthore, von welchen die meisten 2, 3 oder auch 4 Thoröffnungen besitzen, sowie zahlreiche Nebenthore den Ein- und Austritt vermitteln. Ausserdem ergab sich die Notwendigkeit, zur Verbindung der beiden Seineufer besondere Ueberbrückungen herzustellen und zur Angliederung der *Champs Elysée* eine neue grossartige Strasse anzulegen. Letztere, die herrliche 260 m lange *Avenue Nicolas II* erstreckt sich, von der *Avenue des Champs Elysées* in einem Winkel von 62° abzweigend, bis zum *Jardin du cours la Reine* zwischen den beiden neuerbauten Ausstellungspalästen der schönen Künste, das *„grosse Palais“* und das *„kleine Palais“* (vgl. S. 213 d. Bd.); sie besitzt eine Fahrbahnbreite von 20 m, der sich rechts wie links je ein 5 m breiter Bürgersteig anschliesst, neben dem sich schliesslich je eine Gartenanlage von 25 m Breite und 200 m Länge hinzieht. Gleich den beiden benannten Palästen, zwischen welchen die *Avenue Nicolas II* liegt, ist die letztere eine dauernde Anlage; ihre Achse bildet die genau gerade Verlängerung der Achse des *Hotel des Invalides*, der Invalidenesplanade und der Alexanderbrücke, so dass sich demjenigen, der am Anfangspunkte der neuen Strasse nächst der *Avenue des Champs Elysées* Aufstellung nimmt und gegen Süden schaut, ein direkter Ausblick auf das Invalidenhotel öffnet, welche Fernsicht zur Zeit allerdings durch die Doppelreihe der Ausstellungsgebäude auf der Invalidenesplanade

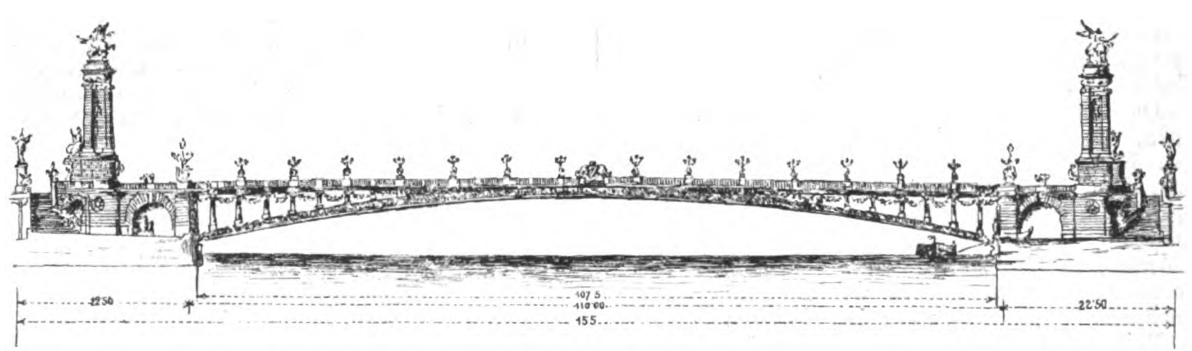


Fig. 52.
Die Alexanderbrücke.

[1]) Das Gelände der Pariser Weltausstellungen bestand im Jahre

1855	aus 12,0 ha	verbauter und	4,8 ha	unverbauter Grundfläche
1867	„ 16,6 „	„ „	52,1 „	„ „
1878	„ 28,0 „	„ „	47,0 „	„ „
1889	„ 29,0 „	„ „	67,0 „	„ „

Das gesamte Ausstellungsterrain in *Chicago* umfasste 274 ha, von denen 29 für Vergnügungsorte, nationale Dörfer u. dgl. entfielen, während 245 ha lediglich der ernsten Ausstellung vorbehalten blieben, worunter 120 ha überbaut und 125 nicht überbaut waren.

eine Verengung auf beiläufig 25 m erleidet, während sie nach Abtragung dieser Bauwerke von der *Rue de Fabert* bis zur *Rue de Constantine* völlig offen sein und sich sonach auf ein 260 m breites, 1100 m langes Gesichtsfeld erstrecken wird. In der ganzen Welt dürfte wohl kaum eine zweite Stadt eine ähnliche prächtige Strassenanlage aufzuweisen haben, wie es diese *Avenue de Nicolas II* ist.

Als Fortsetzung derselben und zur direkten Verbindung der *Champs Elysées* mit der Invalidenesplanade bezw. des *Quai de la Conférence* mit dem *Quai d'Orsay* wurde bekanntlich über die *Seine* eine neue monumentale Brücke erbaut, welche den Namen „*Alexandre III*“ erhalten hat. Dieses nach den Entwürfen der Ingenieure *Résal* und *Alby* hergestellte prächtige Bauwerk (Fig. 52) übersetzt die Seine in einem Winkel von 83° und besitzt eine Länge von 155 m, von der je 22,50 m auf die beiden aus Granitquadern ausgeführten Landbogen entfallen, die mit ihren zwei gemauerten Pfeilern zugleich die Widerlager für das mittlere, von Gussstahlträgern getragene Brückenfeld bildet, das in einem einzigen flachen Bogen den ganzen Fluss überspannt. Das Traggerippe dieses Feldes ist dreigelenkig angeordnet, um für alle Temperaturverhältnisse das Zusammenfallen der Druckkurven in der Nähe der mittleren Achse zu sichern; dasselbe besitzt bei einer Pfeilhöhe von 6,28 m die Stützweite von 107,50 m und wird durch 15 in gleichen Abständen angeordnete parallele Rippen gebildet, von denen jede aus 32 I-förmigen, gussstählernen Bogenstücken zusammengesetzt ist. Mit Ausnahme der Endstücke an den Widerlagern und am Bogenscheitel sind die ebenerwähnten Bogenstücke je 3,625 m lang und im Steg, sowie in den Flanschen und Wänden 50 bis 65 mm stark, während die Breite zu- bezw. abnehmend zwischen 0,98 bis 1,50 m schwankt. Jedes der in Rede stehenden Bogenstücke ist vorn wie rückwärts durch eine Widerlagswand abgeschlossen, sowie 1,20 m vom vorderen und rückwärtigen Rande durch je eine volle Stützwand und an 16 Zwischenpunkten durch Winkelflanschen verstärkt. Für die beiden Randbögen des mittleren Brückenfeldes, d. i. also für den ersten und letzten bezw. 15. Gussstahlbogen des Traggerippes wurde das Querprofil der Trägerstücke dahin geändert, dass der Steg nach aussen kam und eine leichte Ausbauchung erhielt, wodurch diese Randbogen als Hauptteil der Abschlusswände der Brücke einen besonders wirkungsvollen, architektonisch gelungenen Eindruck hervorbringen. Der aus gewalzten, stählernen Längs- und Querträgern hergestellte, 40 m breite Brückenbahnrost des Mittelfeldes wird in den Teilen zunächst der Widerlager von senkrechten stählernen Stuhlsäulen oder vielmehr durch Stahlblechwände getragen, die auf den oben genannten 15 Bogenträgern aufruhen, während er weiterhin gegen den Scheitel zu direkt auf den Bogenträgern liegt. Zu oberst ist der ganze Brückenbahnrost durch Eisenplatten abgedeckt, auf welchen in der Mitte die 20 m breite Fahrstrasse mittels Holzstöckeln und rechts und links davon die je 10 m breiten Bürgersteige mit Asphalt abgepflastert sind. Brustlehnen und Geländer bestehen aus goldgelbem Sandstein und ruhen auf niederen gusseisernen Sockeln, die die beiden oberen äusseren Brückenbahnränder einfassen. An der Aussenseite der Brücke, welche von den beiden Landpfeilern aus gegen den Scheitel des Mittelfeldes hin eine gleichmässige Steigung von 2 % besitzt, schmückt zu beiden Seiten ein gusseiserner, reich ornamentierter Fries die ganze Länge des Mittelfeldes und künstlerisch ausgeführte Kränze aus demselben Material schlingen sich, von jeder Uferseite aus gerechnet, in den ersten sieben Abschnitten des Brückenoberbaues von Stützwand zu Stützwand. Zu diesem Zierat gesellt sich noch ein Wappenschild am Brückenscheitel — stromauf das Wappen der Stadt Paris, stromab jenes der Stadt Petersburg —, ferner die durchweg künstlerisch ausgeführten 4 Haupt- und 28 kleineren Glühlichtkandelaber, endlich die reich gegliederten Landpfeiler und Landbögen, sowie vier mit vergoldeten Standbildern abgekrönten, aus weissem Sandstein ausgeführten Eckpylonen. Bei aller Pracht der Alexanderbrücke bleibt jedoch das Imponierendste — allerdings keinesfalls das Schönste — an derselben die Flachheit des Bogens im Mittelfelde, welche zur Zeit wohl einzig in ihrer Art ist.

Durch diese Brücke ist nun allerdings eine neue wichtige und wertvolle Verbindung zwischen den beiden Seineufern geschaffen worden, allein dieselbe bleibt während der Ausstellung lediglich den Ausstellungszwecken vorbehalten und sonach dem öffentlichen Verkehr vollständig entzogen. Würde man in gleicher Weise auch mit den drei alten in das Ausstellungsgebiet hineinfallenden Seinebrücken, nämlich mit dem *Pont des Invalides, Pont de l'Alma* und *Pont de Jena* vorgegangen sein, so wäre der gewöhnliche städtische Strassenverkehr über den Fluss vom *Pont de la Concorde* bis zum Brückensteg von *Passy*, d. i. auf eine Strecke von 5 km unterbrochen worden, was natürlich unthunlich war. Vielmehr mussten die drei benannten Brücken und die Zufahrten zu den sich dort anschliessenden Strassenzügen ungeschmälert ihrem sonstigen Dienste überwiesen bleiben, und für die Bedürfnisse der Ausstellung durch Errichtung neuer Kommunikationen Vorkehrungen getroffen werden. Im Sinne dieser Aufgabe hatte man für den inneren Ausstellungsverkehr von Ufer zu Ufer der *Seine* — um an der untersten Stelle des Flusses zu beginnen — die den Trocadérohügel bezw. den *Quai de Billy* mit dem Marsfelde bezw. dem *Quai d'Orsay* verbindende Jenabrücke derart verbreitert, dass sie nach dieser Umgestaltung für beide Verwendungen hinreichend Platz gewährte; ferner wurde — beiläufig 460 m stromabwärts — lediglich für den Gebrauch der Ausstellungsbesucher, zwischen den beiden soeben genannten Quais, im Zuge der *Rue de la Manutention*, ein neuer, in Eisenkonstruktion durchgeführter Brückensteg erbaut. Endlich ist je ein ähnlicher, doch leichterer Steg weitere 430 m stromabwärts neben der Almabrücke und noch 500 m weiter stromabwärts neben der Invalidenbrücke errichtet worden. Zur Herstellung der Kommunikation zwischen den Ausstellungsgebieten, welche auf derselben Uferseite oberhalb und unterhalb der zwei letzterwähnten Brücken liegen, hat man zunächst dieser beiden Brücken, diesseits wie jenseits, Holzstege errichtet, die den Ausstellungsbesuchern die ungehinderte Ueberschreitung der öffentlichen Strassen ermöglichen.

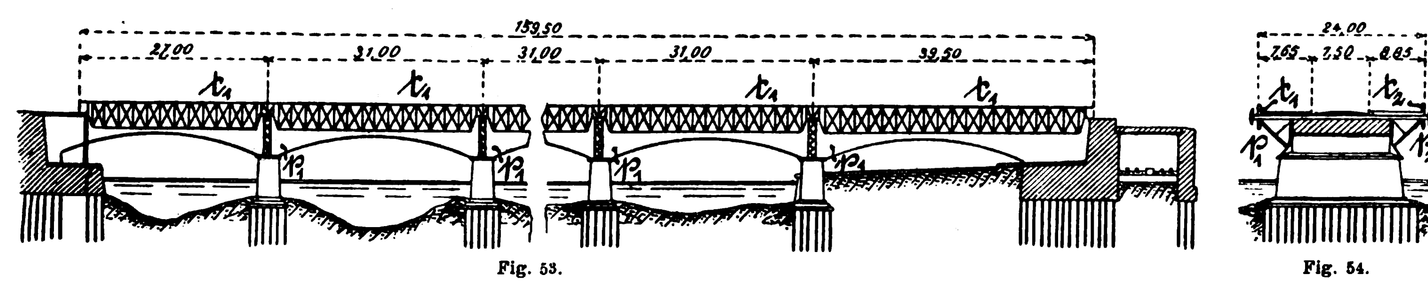


Fig. 53. Fig. 54.

Fig. 53. Verbreiterung der Jenabrücke (Ansicht). Fig. 54 Querschnitt.

Aus den beiden Skizzen der Jenabrücke (Fig. 53 und 54) lässt sich die Art und Weise ersehen, wie man an derselben die oben erwähnte Erweiterung bewerkstelligt hat. Die 159,50 m lange, aus fünf bogenüberspannten Feldern bestehende, gemauerte Brücke besass ursprünglich eine Breite von 14 m, die nunmehr beiderseits um 5 m grösser geworden ist. Diese Verbreiterung erfolgte mittels einer Bodenplankung, die nach innen zu von der alten Brücke, nach aussen aber durch neu eingelegte eiserne Gitterträger t_1 und t_2 getragen wird, deren Spannweiten mit jenen der alten Brückenbögen zusammenfallen. Gestützt werden diese Längsträger an dem Landpfeiler des rechten Flussufers in gewöhnlicher Art durch geeignete Untermauerung und Quaderauflagerung, an dem Landpfeiler des

linken Flussufers hingegen auf jeder Brückenseite durch ein aus Fachwerksträgern gebildetes, im Pfeilermauerwerk verankertes Joch, das auf der Quaimauer aufruht. An sämtlichen Flusspfeilern sind als Auflager für die Längsträger aber eigene Konsolträger p_1 und p_2 an dem Mauerwerk der Pfeiler angebracht worden. Behufs Anbringung der letzteren hatte man zuvörderst an den Flusspfeilern die steinernen Brustwehren und Abdeckgesimse weggenommen, sodann am Pfeilerabsatz einen entsprechend geneigten Zwickelquader als Widerlager für die Konsolstrebe eingemauert, worauf die Versetzung und Montage der Gesamtanordnung am Pfeiler erfolgte. Die beiden seitlichen Konsolen jedes Pfeilers sind nämlich zu oberst durch einen aufgenieteten Querträger und beiläufig in der Mitte ihrer Höhe durch eine kräftige Doppelschliesse verstärkt und versichert. Die Anbringung der Pfeilerkonsolen erfolgte stets nach entsprechender Vorbereitung nur während der Nacht in wenigen Stunden, so dass die ganze Verbreiterung ohne jede wesentliche Störung des laufenden Verkehrs durchgeführt wurde. Auch derzeit dient die alte Brückenbahn ihrer früheren öffentlichen Bestimmung, während die beiden 5 m breiten, neu angefügten Gehwege lediglich für den Verkehr der Ausstellungsbesucher zwischen dem Marsfelde und dem Trocadéro bezw. dem *Quai d'Orsay* und dem *Quai de Billy* bestimmt sind, derart, dass rechts „hinüber“ und links „herüber“ gegangen wird.

Eine mit besonderem Kostenaufwande und in konstruktiver Beziehung sehr interessant durchgeführte Verbindung vom rechten Seineufer zum linken ist der Steg (Fig. 55) zwischen der Jena- und Almabrücke. Derselbe[2]) besitzt eine Gesamtlänge von 120 m, nämlich ein Mittelfeld von 75 m und zwei Seitenfelder von je 22,5 m Spannweite. Die Brückenbahnbreite von Geländer zu Geländer beträgt 8 m. Im allgemeinen besteht die Konstruktion aus einem Brückenroste, der auf Bogenträger teils liegt, teils hängt. Ersterer, der von den beiden Enden her bis zur Längenmitte der Brücke um 1,5 m ansteigt, von diesem Punkte aus nach jedem Ufer also ein Gefälle von 2,5 % aufweist, ist aus zwei 10 mm starken, vollen Stahlblechträgern von 0,8 m Höhe mit 300 mm breiter Unter- und Obergurt ausgeführt. Diese beiden, der ganzen Brücke entlang laufenden Träger sind von 4 zu 4 m durch ebenso hohe Fachwerksträger aus 75 × 8 mm starken Stahlblechen im rechten Winkel verbunden. Das Fachwerk der letzterwähnten Querträger besteht aus zehn Maschen, von denen acht je 880 mm Breite besitzen und aus Stütze und Andreaskreuz gebildet werden; die beiden Endmaschen zunächst den Verbindungsstellen sind jedoch nur 470 mm breit und statt mit halben Andreaskreuzen, durch volle Blechwinkel verstärkt. Ueber den Querträgern des Brückenrostes liegen in Abständen von 88 cm hölzerne Längsschwellen, auf denen ohne weiteres die Bohlung der in einem schwachen Bogen angeordneten Brückenbahn angebracht ist. Was die drei Bogenträger anbelangt, welche den Brückenrost an seinen beiden Seiten tragen, so sind dieselben voneinander 9 m entfernt und auf den beiden Strompfeilern durch gussstählerne Gelenke verbunden; ihre Leitlinie ist eine Parabel nach der Formel: $y = 0{,}01067\,x^2$. Die Bogenstücke in den Seitenfeldern, die am Lande auf Stützsäulen aus Stahlblech ruhen, sind prismatische Röhrenträger aus 10 mm starkem Stahlblech mit 400 mm innerer Weite und 700 mm breiten Gurtblechen; senkrecht zur Trägerachse gemessen beträgt ihre Höhe am Scharnier 880 mm. Denselben Querschnitt haben auch die beiden Anläufer des mittleren Bogens, jedoch nimmt ihre Höhe stetig zu und 12 m vom Gelenk entfernt wandelt sich ihre Röhrenträgerform in jene eines doppelten Fachwerksträgers um, welcher im Bogenscheitel eine Höhe von 2 m erreicht und eine lichte Pfeilhöhe von 14 m besitzt. Von 4 zu 4 m reichen Hängesäulen von den Tragbögen des Mittelfeldes nach abwärts, welche mit den Längsträgern des Brückenrostes durch Vermittelung von seitlich vorstehenden Konsolen in Verbindung gebracht sind. Letzteres gilt ebenso hinsichtlich der Stützen, welche dort, wo die Brückenbahn über den Tragbogen liegt, an die Stelle der Hängesäulen treten. Rechts und links vom Scheitel des Mittelfeldbogens aus sind die beiden Bogenträger an ihren Oberkanten durch zehn je 4 m voneinander abstehende Querträger aus Stahlblechfachwerk versteift. Zwischen der Unterkante des Brückenrostes und dem mittleren Wasserstande beträgt im Hauptfelde die freie Höhe 6,50 bis 7 m und der Höhenabstand zwischen dem mittleren Wasser-

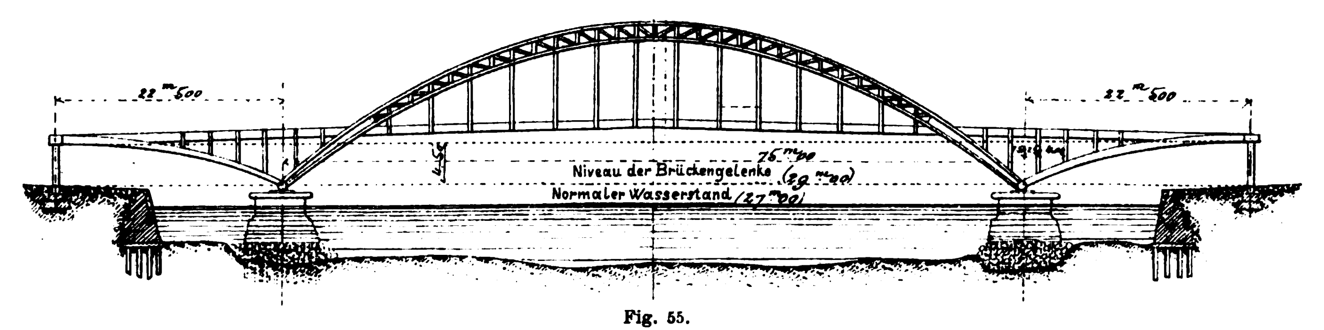


Fig. 55.
Seinesteg zwischen der Jena- und Almabrücke.

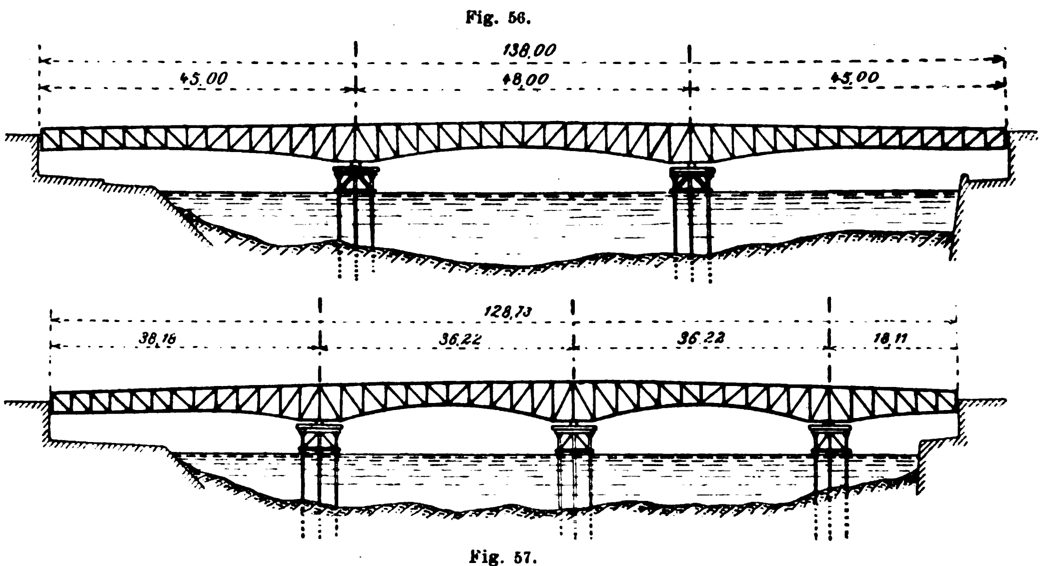
Seinesteg neben der Almabrücke.
Fig. 56.


Fig. 57.
Seinesteg neben der Invalidenbrücke.

[2]) Eine sehr eingehende Schilderung des Steges und aller seiner Konstruktionsteile, sowie theoretische Mitteilung über die eingehaltene Berechnungsmethode gibt Ingenieur *Ch. Datin* in *Le Génie civil* vom Mai 1900, S. 49.

stande und dem Niveau der Bogengelenke an den Strompfeilern 2 m. Die beiden letzteren sind mittels Caissons vollständig solid ausgeführt, weil die Absicht vorliegt, den Steg in seiner jetzigen Anordnung zu belassen und nach der Ausstellung dem öffentlichen Verkehr anheimzugeben.

In Anbetracht des Umstandes, dass die neben der Alma- und Invalidenbrücke zu errichtenden Stege nur während der Ausstellung ihre Aufgabe zu erfüllen haben, nachher aber wieder beseitigt werden müssen, wurden die Strompfeiler für dieselben einfach aus eingerammten Pfählen hergestellt, welche zu oberst durch Holzroste und Zierbalken abgekrönt sind. Bei beiden in Rede stehenden Stegen haben die Brückenträger die Anordnung durchlaufender, auf freiliegenden walzenförmigen Stützpunkten ruhenden Gerberträgern (Cantilever). Der Steg neben der Almabrücke (Fig. 56) besitzt drei, jener an der Invalidenbrücke (Fig. 57) vier Felder, genau so wie die daneben befindliche Brücke, und ebenso haben auch die Untergurten in den Stegträgern der einzelnen Felder dieselbe Bogenform erhalten, wie sie nebenan die Brücke besitzt, damit kein greller architektonischer Misston entstehen sollte. Bei beiden Stegen sind die 5,50 m voneinander abstehenden Hauptträger durch Querträger und Windkreuze versteift und als direktes Auflager für die 6,50 m langen Querschwellen benutzt, auf welchen die Bohlung der Brückenbahn liegt und die Stäbe der 1 m hohen Geländer verschraubt sind. Behufs Aufstellens der Konstruktion am Stege neben der Almabrücke hatte man zuvörderst im ersten Felde — linkes Flussufer — ein Arbeitsgerüste teils auf Pfählen, teils auf Kränen errichtet, und dieses Feld fertig montiert; sodann wurde dasselbe Gerüste ins dritte Feld — rechtes Flussufer — überstellt und letzteres in gleicher Weise wie das erste vollendet. Schliesslich überbaute man die beiden fertigen Felder durch ein auf zwei 5 m hohen Böcken ruhendes Laufkrangerüste, mit dessen Hilfe dann die Montierung des Mittelfeldes des Steges — gleichfalls ohne Störung der Schiffahrt — ausgeführt worden ist. Beim Stege der Invalidenbrücke wurde nur das Endfeld nächst des *Quai de Conférence* — rechtes Flussufer — mittels eines eigenen Baugerüstes montiert, alle übrigen Felder hingegen, der Reihenfolge nach, lediglich mit Hilfe des oben erwähnten Laufkrangerüstes, welches vorher bei der Montierung des Mittelfeldes des Steges neben der Almabrücke benutzt worden war, indem dasselbe mit seinem rechtsseitigen Bocke am fertigen Felde und mit dem linksseitigen auf dem nächsten Fluss- bezw. Landpfeiler aufgestellt wurde. Dieses Vorgehen war allerdings nur durch den Umstand ermöglicht, dass auch die Bogen und Pfeiler der alten Brücke in gewissem Masse zu Hilfe genommen werden konnten.

Sämtliche bis hierher besprochenen Herstellungen, mit Ausnahme der Alexanderbrücke, sind von den Ingenieuren *Leon* und *Alby* unter der Leitung und Aufsicht *J. Résal*'s, des Vorstandes im Konstruktionsbureau der Ausstellungsdirektion, entworfen worden; die Ausführung sämtlicher bezeichneter Objekte und die Anlieferung des Trägermaterials für dieselben ist der Firma *Daydé et Pillé* übertragen gewesen; die Konstruktion der Alexanderbrücke hat *Schneider und Co.* in Creusot geliefert und montiert.

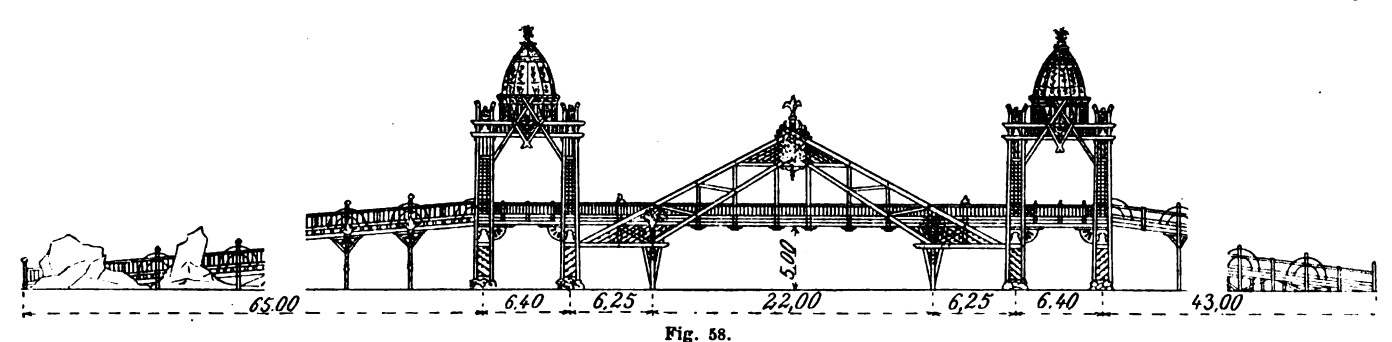


Fig. 58.

Strassenübergang nächst der Almabrücke am linken Seineufer.

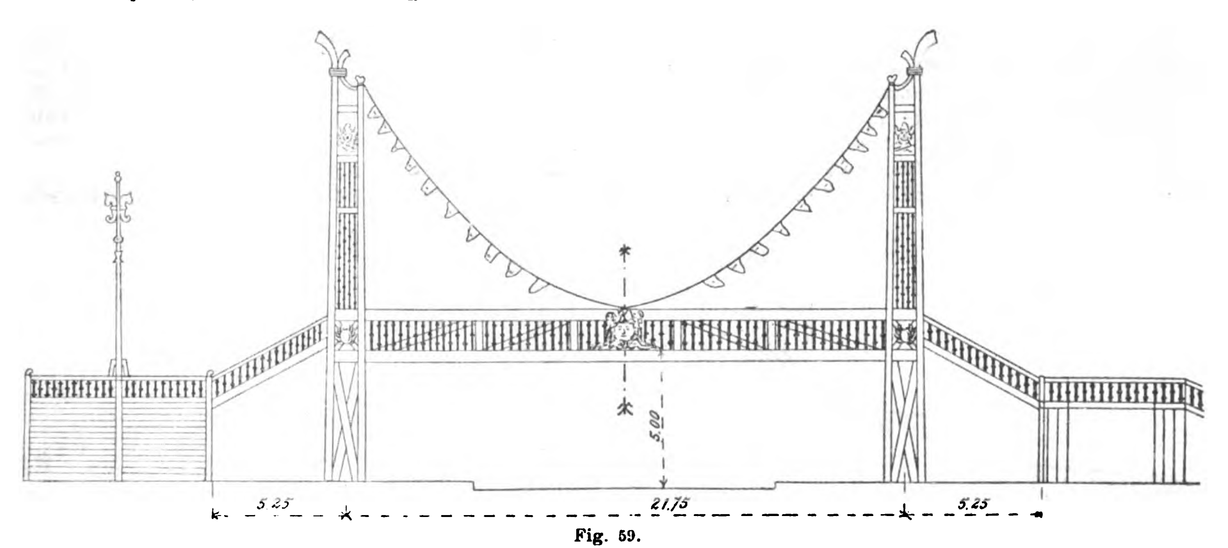


Fig. 59.

Strassenübergang nächst der Almabrücke am rechten Seineufer.

Im Gegensatze zu den über den Fluss führenden, durchweg aus Eisen oder Stahl hergestellten Verbindungsstegen sind jene, welche die Strassen übersetzen, ebenso ausnahmslos aus Holz ausgeführt. So bildet den Uebergang über die *Avenue Rapp* und *Avenue Bosquet* an jener Stelle, wo diese beiden Strassenzüge am *Quai d'Orsay* zusammentreffen, um in die Almabrücke zu münden, ein fünffelderiger Holzsteg (Fig. 58), zu dem beiderseits sanft ansteigende Rampen emporführen, von denen die eine zunächst des Pavillon der Presse und die andere beim Pavillon Rumäniens im Bodenniveau der Ausstellung beginnt. Die Gesamtlänge des Ueberweges beläuft sich auf 180 m, wovon 47 auf den eigentlichen Steg und 66,5 auf jede der beiden Rampen entfallen; die Unterkante der Hauptträger im eigentlichen Stege liegt 5 m über dem Strassenniveau und die Rampen besitzen pro laufenden Meter eine Steigung von 75 mm. Im Mittelfelde des Steges, das 22 m Spannweite besitzt, ist die einfache, glatte, aus Querbalken und Längsbohlen bestehende Brückenabdeckung durch drei parallele, gleich-

weit voneinander abstehende Spreng- und Hängewerke getragen, deren den Avenuen zugekehrte Front (Fig. 58) ersehen lässt; die Tragpfeiler derselben bilden zwei bloss 3 m hohe, 6,40 m breite Nebenfelder, unter denen die Gehwege der Strasse hinlaufen. Zwei hohe turmartig angeordnete Fachwerksanordnungen, welche zu oberst durch kuppelförmige Krönungen abgeschlossen sind, tragen die drei Gitterträger der beiden äussersten 6,40 m weiten Stegfelder, während ihre innere Pfeilerreihe zugleich als Auflage des Spreng- und Hängewerkes dient. An der ganzen Konstruktion hat man Eisen nur an wenigen Stellen, nämlich lediglich dort zur Verwendung herangezogen, wo es, wie bei den auf Zug in Anspruch genommenen Hängesäulen ganz unpraktisch gewesen wäre, Holz zu benutzen. sind als Pylonen ausgestaltet und beiläufig in der Höhe von 8 m über der Brückenabdeckung durch Querbalken mit Ziergittern thorartig abgeschlossen. Alle freien Flächen des ganzen Steggebälkes sind rot und blau angestrichen und an den Fassaden an allen Knotenpunkten der Konstruktion und namentlich an den Pylonen, sowie in der Mitte des Hauptfeldes durch Thonornamente geschmückt, deren Motive dem Seeleben entnommen sind. Auch dieser Steg ist in seiner Längenachse durch ein drittes Geländer geteilt; der Zutritt zu demselben geschieht jedoch nicht wie beim Steg des linken Ufers mittels Rampen, sondern wie Fig. 59 des näheren ersehen lässt, mittels zweiarmiger Treppen von 2 × 12 Stufen.

Weit einfacher, nämlich vorwiegend nur als nützliches,

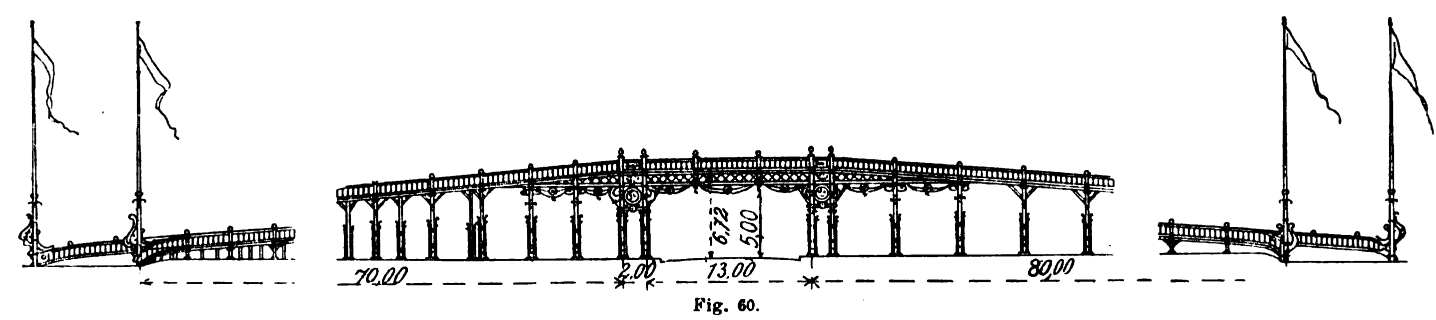


Fig. 60.
Strassenübergang nächst der Invalidenbrücke am linken Seineufer.

Am ganzen Holzbaue sind die freien Flächen mit Oelfarbe bemalt und lackiert, ferner ist an den Fassaden eine Menge Zierwerk aus gebranntem Thon angebracht, deren Motive aus den Gebieten der Jagd und der Tier- und Pflanzenwelt im allgemeinen stammen. Bei der Errichtung des Steges hat sich insofern eine Schwierigkeit ergeben, als infolge des Vorhandenseins eines Kanales samt seitlichen Entsandungskasten die entsprechende Fundierung einiger Stützpfeiler weder durch Pfahlwerk noch durch Untermauerungen erzielt werden konnte, weil eben der Gewölberücken des besagten Kanales nur ganz seicht unter dem Erdboden liegt. Es musste also an diesen Stellen erst eine Verstärkung der Gewölbedecken des Kanales vorgenommen werden, um widerstandssicheren Untergrund zu gewinnen. Alle Auflager für die hölzernen Fachwerkspfeiler, sowie überhaupt alle Fundamente des Steges sind in Cementbeton ausgeführt. Es bleibt noch zu erwähnen, dass die Bahn des Steges durch ein drittes in seiner Längs- zweckdienliches Verkehrsmittel, denn als architektonisches Bauwerk, zeigt sich der nächst der Invalidenbrücke über den *Boulevard de la Tour-Maubourg* führende Steg (Fig. 60), welcher die Verbindung von der *Alexanderbrücke* und der Invalidenesplanade zur *Rue des Nations* der Ausstellung vermittelt und zugleich eine Zutrittsstelle zur Stufenbahn bildet. Er besteht im wesentlichen aus einem mittleren Felde von 13 m Spannweite, mit einer lichten Höhe von 5 m, und aus zwei Zugangsrampen von 72 und von 80 m Länge. Eine hübsche, hölzerne Balustrade, welche jedoch keine sonstigen Verzierungen aufweist, umsäumt die beiden Stegränder und schliesst an den Eintrittsstellen mit Flaggenstangen ab. Das Mittelfeld des Steges liegt genau im Niveau des festen Bahnsteiges der Stufenbahn (vgl. S. 605 d. Bd.) und ist mit demselben durch eine Erbreiterung direkt verbunden. Der ganze Steg hat einen gleichmässig weissen Anstrich erhalten.

Wieder etwas reicher in der architektonischen Aus-

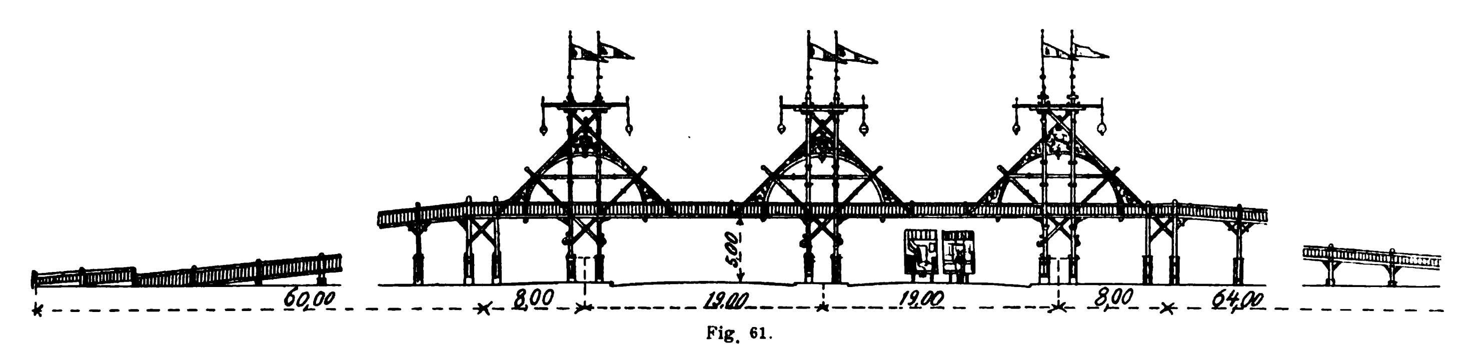


Fig. 61.
Strassenübergang nächst der Invalidenbrücke am rechten Seineufer.

achse verlaufendes Geländer für die beiden Verkehrsrichtungen in zwei Hälften geteilt ist.

Beim Uebergang der Brückenzufahrt auf dem rechten Seineufer, wo die Avenuen *Trocadéro, Marceau, Alma* und *Montaigne* an der *Place de l'Alma* zusammentreffen, hat der Steg die in Fig. 59 dargestellte Anordnung, und derselbe ist ersichtlichermassen wesentlich einfacher als der früher besprochene Steg am linken Seineufer. Drei parallele Gitterträger tragen die Brückenbahn des mittleren Feldes, das eine lichte Weite von 19 m besitzt. Auch bei diesem Bauwerke besteht das ganze Gebälke lediglich aus Holz, bis auf die auf Zug in Anspruch genommenen Schliessen und Bänder. Die Pfeiler stehen hier allerdings nirgends auf Hohlräumen, aber gleichwohl auf eisenumgürteten Rösten in Betonfundamenten, wie beim Uebergang an der anderen Seite der Almabrücke. Die zwei Pfeiler des Mittelfeldes stattung ist der auf der anderen Uferseite der Invalidenbrücke behufs Uebersetzung der *Avenue d'Antin* errichtete Steg (Fig. 61). Derselbe umfasst zwei über der Strasse liegende Hauptfelder von je 19 m Spannweite, dann zwei Seitenfelder von je 8 m und endlich zwei Zugangsrampen, von denen die eine 60 m, die andere 64 m lang ist. Die drei hölzernen, parallel und in gleichen Abständen voneinander liegenden Gitterträger, auf welchen in den eben bezeichneten vier Feldern die Brückenbahn ruht, werden von 3 × 3 Pfeilergruppen unterstützt, die gleichzeitig nach chinesischem Muster ausgeführte Hängewerke tragen. Diese letzteren konnten gleich auch für die Ausschmückung des Steges günstige Verwertung finden und sind für diesen Zweck durch einen eingezogenen Unterbogen, dann durch Auslader, Bogenlampen und Flaggen verziert. Das gesamte Holzwerk erhielt auch hier wieder einen gleichmässig



weissen Anstrich. Auch ist dieser Steg seiner Länge nach durch ein drittes Geländer in zwei gleiche Stränge geteilt, das die hinübergehenden Ausstellungsbesucher von den herübergehenden scheidet.

Die beiden zuletzt geschilderten, nächst der Invalidenbrücke errichteten Stege (Fig. 60 und 61) sind vom Architekten *Gautier* entworfen und erbaut worden, während die Pläne für die beiden an der Almabrücke errichteten Uebergänge (Fig. 58 und 59) vom Architekten *Mewès* herrühren.

Ueber das Rätsel der Gravitation.

Von **Rudolf Mewes**, Ingenieur und Patentanwalt.

Wie bei den meisten wichtigen Fragen der Astronomie in erster Linie auf die Ansätze und Versuche *Kepler*'s zurückgegangen werden muss, so findet man auch bei der Betrachtung des eigentlichen Wesens der Schwerkraft in *Kepler*'s Schriften die ersten Keime und zum Teil auch heute noch vollkommen zutreffende Anschauungen. Die Ursache hiervon liegt darin, dass *Kepler*, wenn auch der Ausgangspunkt seiner Auseinandersetzungen metaphysisch war, dennoch dem leitenden Grundgedanken treu blieb, mit aller Energie des Geistes die Ursache für Zahl, Grösse und Bewegung der Planeten und ihrer Sphären zu erforschen. „Diese Ursachen erforschen zu wollen," heisst es in dem leider unvollendet gebliebenen Lebensbilde *Kepler*'s von Dr. *E. Reitlinger*, „war ein Unternehmen von unerhörtester Kühnheit, so dass das berauschende Bewusstsein verständlich ist, welches *Kepler* bei dem Glauben ergriff, das Bild des Urschönen, von welchem Gott selbst bei der Schöpfung ausgegangen war, mit den schwachen Fähigkeiten eines sterblichen Menschen aufgefunden, und, der erste unter allen Erdenbewohnern, mit der Vorstellungskraft des winzigen Hirnes erblickt zu haben! Eine geistige Orgie, allerdings eine solche, welche auf Einbildung beruhte! Und doch, trotzdem und alledem, in dem Momente, wo jener Gedanke in *Kepler* aufflammte, da ward des Menschen Phantasie vom heiligen Geiste der Wahrheit beschattet, und der Heiland der modernen Naturerkenntnis erzeugt. Denn jenem Irrtum entkeimten *Kepler*'s Gesetze, die Grundlagen *Newton*'scher Weisheit, tausendfältige Wahrheit quillte aus ihm. So ehren wir das Mysterium noch heute; was musste *Kepler* fühlen, der in demselben höchste und letzte Wahrheit sah, die ihm Gott selbst unmittelbar geoffenbart hatte? Musste da nicht wie von selbst jener begeisterte Hymnus seiner Brust entfliessen, der den Schluss des „Geheimnisses" bildet? „Grosser Künstler der Welt," betet er darin nach *Herder*'s Uebersetzung, „ich schaue wundernd die Werke Deiner Hände nach fünf künstlichen Formen erbaut und in der Mitte die Sonne, Ausspenderin Lichtes und Lebens, die nach heiligem Gesetz zügelt die Erden und lenkt in verschiedenem Lauf. Ich sehe die Mühen des Mondes und dort Sterne zerstreut auf unermessener Flur. Vater der Welt, was bewegte Dich, ein armes, ein kleines, schwaches Erdengeschöpf so zu erheben, so hoch, dass es im Glanze dasteht, ein weithin herrschender König, fast ein Gott, denn er denkt Deine Gedanken Dir nach."

Von der höchsten Wichtigkeit ist das, was *Kepler* im 20. Kapitel über das Verhältnis der Bewegungen zu den Entfernungen der Planeten sagt. Wolle man hier näher zur Wahrheit dringen und eine für sämtliche Planeten gültige Beziehung zwischen Entfernung und Bewegung ermitteln, so könne man, folgert *Kepler*, nur einen von zwei Fällen annehmen: „Entweder seien die bewegenden Planetenseelen in eben dem Masse schwächer, als sie sich ferner von der Sonne befinden, oder *es wohne eine bewegende Seele im Zentrum aller Planetensphären, nämlich in der Sonne, welche jeden Körper, je näher er ihr steht, desto mehr befeuere, und bei den entfernteren wegen Ausbreitung und Verdünnung einigermassen ermatte.*" Und wie das Licht von der Sonne ausgehe, so sei diese auch der Quell für das Leben, die Bewegung und die Seele der Welt. *Setze hier*, ruft *Kepler* in einer Note zur zweiten Auflage aus, *statt Seele — Kraft, und du sprichst die Wahrheit aus!* Völlig richtig. Ja, die *Kepler* hier vorschwebende Vorstellung, dass die Licht- und Wärmestrahlen die anziehende Wirkung auf die Planeten ausüben, ist nach meinen Arbeiten in *„Elementare Physik des Aethers"* 2. Teil und *„Die Fortpflanzungsgeschwindigkeit der Schwerkraftstrahlen und deren Wirkungsgesetze"* (Verlag von M. Krayn, Berlin 1896) vollkommen berechtigt und in Uebereinstimmung mit den Thatsachen, wie aus der auf Grund der *Rebeur-Paschwitz*'schen Beobachtungen von mir gefundenen Fortpflanzungsgeschwindigkeit der Schwerkraft hervorgeht. Man gelangt so ohne weiteres zu der vollen und ganzen Wahrheit, wie sie *Newton* mit Hilfe der *Huyghens*'schen Zentrifugalformel aus dem dritten *Kepler*schen Gesetze abgeleitet hat. Freilich stellt *Kepler* im Mysterium, um der Schwächung der bewegenden Sonnenkraft Rechnung zu tragen, noch ein irriges Verhältnis auf, welches sich durch ein Versehen in der Anwendung dem wahren mehr näherte, als es im ursprünglichen Ansatze lag. Das wahre Verhältnis zwischen Entfernung und Umlaufszeit der Planeten — *die Kuben der grossen Halbachsen sind den Quadraten der Umlaufszeiten direkt proportional* — bildet den Inhalt des dritten *Kepler*'schen Gesetzes und wurde von ihm erst 20 Jahre später gefunden; gleichwohl haben wir in den ersten Versuchen und Ideen den Keim zu erblicken nicht allein zu dieser wunderbaren Entdeckung, sondern auch zu sämtlichen späteren Lösungsversuchen des Gravitationsproblemes von *Newton* und *Huyghens* bis auf den heutigen Tag.

Newton, der aus dem dritten *Kepler*'schen Gesetze und der *Huyghens*'schen Zentrifugalformel das Gesetz der allgemeinen Massenanziehung abgeleitet hat, hegte über die Ursache der Gravitationserscheinungen keine sichere Ansicht; seine diesbezüglichen Anschauungen haben in dem ihm beschiedenen langen wissenschaftlichen Leben wesentliche Wandlungen durchgemacht; denn von der ursprünglichen Hypothese, nach welcher der Aetherdruck die Bewegungen der Himmelskörper nach mechanischen Gesetzen bewirke und welche er bereits im Jahre 1675 in einer Arbeit der *R. S.* dargelegt hat, gelangt er schliesslich in allmählichen Abstufungen, wie aus den Briefen, die er an *Boyle, Halley* und *Bentley* in den Jahren 1678, 1686 und 1693 geschrieben hat, und aus der zweiten Ausgabe seiner Prinzipien zu ersehen ist, zu der ganz entgegengesetzten Meinung, dass die Gravitation eine causa simplicissima sei, für welche keine mechanische Erklärung angegeben werden könne. Da jedoch die Vorrede, in der dieser Gedanke in scharfer, deutlicher Fassung ausgesprochen wird, nicht von *Newton* selbst, sondern von seinem Freunde *Cotes* herrührt, so dürfte man nicht fehlgehen, wenn man mit *Maxwell* die Urheberschaft der Lehre von der materiell unvermittelten Fernwirkung der Anziehungskraft nicht für den Entdecker der allgemeinen Gravitation, sondern für seinen Freund *Cotes* allein in Anspruch nimmt, zumal da *Newton* sich mehrfach klar und deutlich darüber ausgesprochen hat, dass eine unvermittelte Fernwirkung der Materie etwas Absurdes sei und kein mit logischer Denkfähigkeit begabter Forscher dieselbe annehmen könne. Präziser und treffender äussert sich *Newton* über diesen Punkt wohl kaum in einer anderen Stelle als in den folgenden Worten: „That gravity should be innate, inherent and essential to matter so that one body may act upon another at a distance through a ‚vacuum' without the mediation of anything else, by and through which their action and force may be conveyed from one to another is to me so great an absurdity that I believe no man, who has in philo-



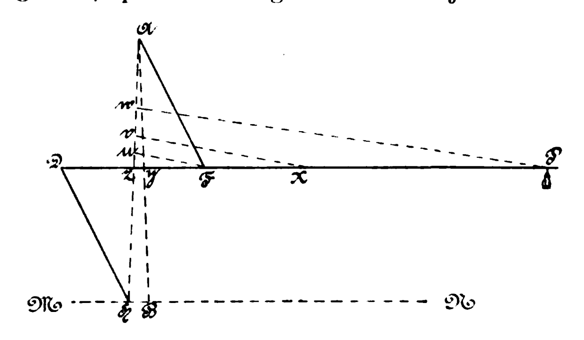
sophical matters a competent faculty of thinking, can ever fall into it." Wenn auch *Newton* in einem Briefe vom Jahre 1693 an *Bentley* schreibt, dass er es der Erwägung seiner Leser überlasse, ob sie als Hintergrund der Gravitation ein materielles oder immaterielles Agens annehmen und durch den direkten Stoss der allseitig umherschwirrenden Aetheratome die Gravitationserscheinungen hervorgebracht wissen wollten — but whether this agent be material or immaterial, I have left to the consideration of my readers —, so lässt doch die vorstehend angeführte Aeusserung darüber nicht im Zweifel, welche Ansicht er selbst für die richtigere gehalten hat.

Gleichwohl fand aber die von *Cotes* in der Vorrede zur zweiten Auflage der Prinzipien angenommene Massenanziehung, die ihrem Wesen nach völlig transcendent ist, in Europa mehr und mehr Eingang, so dass selbst die von *Huyghens* schon damals aufgestellte Aetherstosstheorie (Abhandlung über die Ursache der Schwere von *Christian Huyghens*. Deutsch herausgegeben von *Rudolf Mewes*. M. Krayn-Berlin, 1896), welche auf bedeutend sicheren und rein mechanischen Prinzipien ruht und der *Kepler*schen Anschauung sich näherte, fast gar keinen Anklang fand und erst durch die neueren Forscher ihrem wahren Werte nach gewürdigt werden musste. Die Grundvoraussetzung seiner Aetherstosstheorie legt *Huyghens* a. a. O. mit folgenden Worten dar: „Um nunmehr die Schwere nach meiner Auffassung zu erklären, setze ich voraus, dass in dem Kreisraum, welcher die Erde und die bis auf eine grosse Entfernung rings um ihr befindlichen Körper umgibt, eine flüssige Materie vorhanden ist, welche aus sehr kleinen Teilchen besteht, die sich divergent nach allen Richtungen mit grosser Geschwindigkeit bewegen. Wenn diese Materie aus jenem Raume, der von anderen Körpern umschlossen ist, nicht heraustreten kann, so muss ihre Bewegung nach meiner Behauptung zum Teil in eine um das Zentrum rotierende übergehen; nicht jedoch in der Weise, dass sie alle in demselben Sinne rotieren sollen, sondern so, dass die Mehrzahl ihrer verschiedenen Bewegungen in kreisförmigen Bahnen in der Umgebung des besagten Raumes erfolgt, welcher darum auch der Erdmittelpunkt wird."

Gemäss den beiden soeben erwähnten Erklärungsversuchen der allgemeinen Massenanziehung spalten sich auch sämtliche modernen Lösungen des Gravitationsproblemes bis in die jüngste Zeit hinein in zwei wesentlich voneinander verschiedene Theorien, unter denen die einen, wie diejenige *Cotes*, transcendent, die anderen mechanisch sind. Als Repräsentant der ersten Richtung ist vor allen Professor *Zöllner* zu nennen, der seine Theorie in der Abhandlung *„Prinzipien einer elektrodynamischen Theorie der Materie"* eingehend auseinandergesetzt hat. Nach ihm rühren die Gravitationserscheinungen von der Sensitivität und dem Willen — echt Schopenhauerisch! — der Atome her. Es sind eben die Gegensätze der positiven und negativen Elektrizität, welche den Anlass zu seiner Auffassungsweise gegeben haben. Da jedoch die unvermittelte Fernwirkung der mit positiver und negativer Elektrizität begabten Atome nicht weniger transcendenter Natur ist, wie die immaterielle Anziehungskraft selbst, so gerät man bei *Zöllner* sozusagen vom Regen in die Traufe, und seiner Theorie ist sicherlich kein höherer Wert als der *Newton-Cotes*'schen oder, wenn man lieber will, der *Bentley-Cotes*schen Hypothese einzuräumen. Um übrigens die gewaltige Autorität *Newton*'s für seine Auffassungsweise zu gewinnen, schiebt *Zöllner* der folgenden Aeusserung *Newton*'s: „Es ist unbegreiflich, wie unbeseelte, leblose Materie ohne die Vermittelung von sonst etwas, das nicht materiell ist, auf andere Materie ohne gegenseitige Berührung einwirken können", folgenden Sinn unter: „Es ist begreiflich, wie beseelter, lebendiger Stoff ohne irgend eine sonstige Vermittelung auf einen anderen Körper wirken kann." Auf die Inkonsequenzen, auf welche eine derartige Anschauung unbedingt führen muss, hier näher einzugehen, dürfte sich kaum lohnen, und ich kann darauf um so eher verzichten, als bereits *Isenkrahe* dieselben in dem Werke: *„Das Rätsel der Gravitation"* in humoristisch-satirischer Weise beleuchtet hat. Dagegen hat *Zöllner* als hervorragender Physiker nicht nur eine theoretische, sondern auch eine physikalische Lösung des Gravitationsrätsels versucht, was voll und ganz anerkannt zu werden verdient, da dies der einzig richtige Weg ist, der zur Lösung des „Geheimnisses" führen kann. Von entscheidender Bedeutung für die Erklärung der Schwerkraft ist nach vorstehenden Ausführungen die Beantwortung der Frage, ob die Schwerkraft zu ihrer Fortpflanzung ebenso wie das Licht und die Elektrizität Zeit gebraucht oder ob sie eine Momentankraft mit unendlicher Fortpflanzungsgeschwindigkeit ist. Bereits vor 70 Jahren wurde von *Lorenz Hengler* aus *Reichenhofen* in *Württemberg* ein Apparat erfunden und konstruiert, welcher eine experimentelle Entscheidung jener Frage durch direkte Messung gestattet, nämlich das sogen. *Horizontalpendel* oder, wie es *Hengler* auch nennt, die astronomische Pendelwage. Dieselbe ist nicht von dem Franzosen *Perrot*, wie Professor *Zöllner* 1869 irrtümlich meinte, in den 60er Jahren zuerst erfunden, sondern bereits im Jahre 1832 von dem Deutschen *Hengler*, der damals als cand. phil. in München immatrikuliert und ein Schüler *Gruithuisen*'s war, nicht nur erfunden, sondern auch schon für die Entscheidung der wichtigen Frage nach der Fortpflanzungsgeschwindigkeit der Schwerkraft benutzt worden. Die Pendelwage besteht der Hauptsache nach aus einem mittels zweier Seidenfäden horizontal gehaltenen Pendel, das in einer schiefen Ebene schwingt; zu diesem Behufe dürfen die beiden festen Punkte, von welchen die Seidenfäden ausgehen, nicht genau senkrecht untereinander stehen. Die Empfindlichkeit dieses Instrumentes ist sehr gross, so dass es die geringsten Kräfte zu messen gestattet. Eine klare und genaue Beschreibung des von ihm erfundenen Horizontalpendels hat *Hengler* selbst in *D. p. J.*, Jahrg. 1832 Bd. 43 S. 81, gegeben, während eine kürzere Beschreibung desselben Apparates von Professor *Zöllner* in *Poggendorff's Annalen* Bd. 150 S. 139 gegeben ist. Nachstehende Figur gibt ein Bild dieses Messinstrumentes.

Das durch die schräg vertikalen Fäden horizontal gehaltene Pendel ist gezwungen, in einer schiefen Ebene zu schwingen. *Hengler* sagt darüber a. a. O.:

„Um einen Körper in einer gegen den Horizont geneigten Ebene schwingen zu lassen, wobei die Reibung fast gänzlich aufgehoben ist, mache man folgende Einrichtung (s. Abb.): Es seien in untenstehender Figur *A* und *B* senkrecht übereinanderstehende feste Punkte; *DH* und *AF* zwei Fäden, welche in *A* und *H* befestigt sind und den Hebelarm *DP*, dessen Schwerpunkt nach *P* fällt, in horizontaler Lage halten; so wird dieser Hebelarm nur in einer mit der Linie *MN* (welche durch *H* und *B* gezogen ist) parallelen Lage ruhen und jedesmal wieder



dahin zurückkehren, wenn er durch irgend eine Kraft aus dieser Lage gebracht worden ist, oder eigentlich nach Art eines Pendels hin und her schwingen, und zwar in einer schiefen Ebene, deren Neigungswinkel = ∢ *HAB* ist. Man mag daher ein Gewicht oder eigentlich den Schwerpunkt des Hebelarms auf jeden beliebigen Punkt desselben übertragen, so beschreibt er Schwingungen in einer unter dem Neigungswinkel *HAB* gelegten Ebene, wobei die Länge des Pendels dem Abstand von dem Punkte *Z* (wenn dieses der Punkt ist, wo die Linie *HA* den Hebelarm schneidet) proportional ist."

Obgleich *Zöllner* in der citierten Abhandlung mit Nachdruck darauf hingewiesen hat, dass ein solches Horizontalpendel neben der Beantwortung anderer wichtiger Fragen (Messung von Erdbebenstössen) eine sichere Entscheidung über die Frage nach der Fortpflanzungsgeschwin-

digkeit der allgemeinen Massenanziehung ermögliche, so sind dennoch bis jetzt in dieser Richtung und zu diesem Zweck ausser den *Hengler*'schen Beobachtungen nur noch von *Zöllner* Versuche angestellt worden. Indessen vermochte *Zöllner* über diesen Punkt nichts Sicheres festzustellen, da das Zimmer, in welchem sich die Pendelwage befand, häufig durch vorüberfahrende Wagen oder durch Studenten, welche den über demselben befindlichen Hörsaal besuchten, erschüttert wurde und für so subtile Versuche daher gar nicht geeignet war. *Zöllner* war jedoch auf vollständig richtigem Wege, wie die Resultate beweisen, welche ich aus den mit einem verbesserten Horizontalpendel von *Rebeur-Paschwitz* angestellten Beobachtungen berechnet und in der oben genannten Schrift über die Schwerkraftstrahlen im Jahre 1896 veröffentlicht habe.

Die zweite (*Huyghens*'sche) Anschauungsweise wird besonders von *Isenkrahe* und den neueren Gravitationstheoretikern, sowie von denjenigen Forschern vertreten, welche auf physikalisch-mechanischer Grundlage das schwierige Problem der allgemeinen Massenanziehung in Angriff genommen haben. In der That knüpfte *Isenkrahe* an *Huyghens*' Voraussetzung an, dass das Weltall mit einem materiellen Fluidum erfüllt sei, dessen äusserst feine Teilchen in unaufhörlicher Bewegung mit reissender Geschwindigkeit nach allen Richtungen begriffen seien. Nachdem er die grosse Zahl der seit *Huyghens* aufgestellten Theorien der Schwerkraft als ungenügend nachgewiesen hatte, bringt er seinen Versuch, das Rätsel der Schwerkraft zu lösen. Das weltraumerfüllende Medium ist nach ihm einfach der Aether, dessen Atomen ausser der Unteilbarkeit und unendlichen Kleinheit nur die Grundeigenschaften alles Stoffes, Raumerfüllung und Beharrung oder Trägheit, zugeschrieben werden; mit *Huyghens* setzt er voraus, dass die Aetheratome in sehr schneller Bewegung, vielleicht mit einer Geschwindigkeit von 60000 Meilen begriffen seien. Wie die Geschwindigkeit der Luftmoleküle (500 m) $^3/_2$mal so gross ist, als die Geschwindigkeit der Luftwellen des Schalles (333 m), so soll auch die Geschwindigkeit der Aetheratome $^3/_2$mal so gross als die Geschwindigkeit der Aetherwellen des Lichtes, also $^3/_2 \cdot 40000 = 60000$ Meilen sein. Wie die Luftmoleküle durch ihre Stösse gegen eine Wand eine Gesamtwirkung äussern, die wir als Gasdruck oder Spannung kennen, so bringen die Aetheratome durch ihre Stösse gegen einen Körper eine Gesamtwirkung hervor, die mit Aetherdruck bezeichnet wird; dieser Aetherdruck und sein Auftrieb ist die Ursache der allgemeinen Anziehung sowie sämtlicher Aeusserungen derselben. Da auch die Elastizität eine Aeusserung der allgemeinen Anziehung ist, so muss auch sie durch die Aethertheorie erklärt werden; darum darf auch den Aetheratomen, so kalkuliert *Isenkrahe*, die Eigenschaft der Elastizität nicht beigelegt werden, weil sonst ein Rätsel durch ein anderes erklärt würde. Ebensowenig wie wir es in der Natur mit absolut starren und harten kleinsten Massenteilchen zu thun haben, ebensowenig sind darin vollkommen elastische Atome vorhanden; das richtige liegt zwischen diesen beiden wohl denkbaren, aber sachlich nicht erreichbaren Extremen, und wir müssen uns, wenn wir nicht in selbstgeschaffene Schwierigkeiten geraten wollen, bei der Erklärung der Gravitation hüten, die Theorie auf den rein philosophischen Begriff eines absolut festen oder vollkommen elastischen Aetheratoms zu gründen; denn Sachfragen lassen sich nur durch sachliche Axiome erklären und beantworten.

In den letzten Fehler verfällt *Vaschy*, der 1886 eine neue mathematische Aetherstosstheorie der Gravitation aufstellte und dabei voraussetzt, dass die einzige Energie eines Aetheratoms seine lebendige Kraft sei, die es beim Abprall von einem anderen Atom vollständig behalte; damit hat das Aetheratom vollkommene Elastizität. Allerdings vermeidet er dabei den Fehler *Isenkrahe*'s, dessen Aetheratome ihre Geschwindigkeit beim Stosse vermindern, ohne dadurch wie beim elastischen Stosse fester Körper Spannkraft zu erzeugen. *Isenkrahe*'s Theorie widerspricht also dem Prinzip von der Erhaltung der Kraft und damit hat sie sich selbst gerichtet!

Eine andere, wenigstens in formaler Beziehung verschiedene Auffassung ist die Annahme des Zwischenmediums als ein Kontinuum im Sinne der Hydrodynamik. Mit Recht bemerkt Dr. *Arthur Korn* in *„Eine Theorie der Gravitation und der elektrischen Erscheinungen auf Grundlage der Hydrodynamik“* (Berlin 1896. Ferd. Dümmler's Verlagsbuchhandlung), dass zwischen der Auffassung eines Mediums als Kontinuum und der Auffassung im Sinne der kinetischen Gastheorie nur ein formaler Unterschied besteht, dass die transcendenten Unterscheidungen der „Atomistik“ und der „Kontinuitätshypothese“ für den empirischen Physiker schon lange der Vergangenheit angehören. Derartige Kontinua haben jedoch den Vorzug, dass für dieselben mit Hilfe des Grundprinzips der Dynamik (*D'Alembert*'sches Prinzip) alle Probleme mit mathematischer Strenge behandelt werden können. Die aus demselben folgenden Gleichungen gestalten sich besonders einfach, wenn das Kontinuum in grosser Annäherung der Inkompressibilitätsbedingung genügt. Die diesbezüglichen Lösungen von *Bjerknes*, der den Begriff der pulsierenden, sich im Kontinuum befindlichen Kugel einführt, ferner von *Leahy* und *Korn* sind rein mathematisch und mit Rücksicht auf den transcendenten Kontinuitätsbegriff ebenfalls nur formell mechanisch.

Im Gegensatz zu den letztgenannten Forschern gingen Professor *Zenger* und gleichzeitig auch ich mit ganz anderen Absichten und von ganz anderen Gesichtspunkten aus an die Lösung des Rätsels der Gravitation oder, mit *Kepler* zu reden, des „Geheimnisses“. Weder *Zenger* noch mir war es um die Aufstellung einer mathematischen Theorie der Schwere, wie sie *Schramm*, *Isenkrahe* u. a. aufgestellt haben, zu thun, sondern vielmehr um den experimentellen Nachweis, dass die Aeusserungen der Schwerkraft mit denen der übrigen bekannten Naturkräfte, wie Licht, Wärme und Elektrizität, gleichartig bezw. als die Wirkung derselben zu betrachten sind. Ich habe in *„Elementare Physik des Aethers“* II. Teil und in *„Die Fortpflanzungsgeschwindigkeit der Schwerkraftstrahlen und deren Wirkungsgesetze“*, indem ich auf *Kepler*'s und *Zöllner*'s Arbeiten zurückgriff, eine physikalische Erklärung der allgemeinen Massenanziehung zu geben und eine Physik der Schwere, insbesondere durch die Bestimmung der Fortpflanzungsgeschwindigkeit der Schwerkraft aus den *Rebeur-Paschwitz*'schen Beobachtungen mittels des Horizontalpendels und ferner mit Hilfe des *Doppler*'schen Prinzips aus den Bahn- und Rotationsgeschwindigkeiten der Planeten und der Sonne, nach allen Richtungen hin sicher zu begründen gesucht.

Zenger hat den Beweis für die Gleichartigkeit und periodenmässige Gleichzeitigkeit der Schwerkraftswirkungen mit denjenigen der kalorischen und elektrischen Vorgänge auf der Erde an der Hand sehr zahlreichen Beobachtungsmaterials in seinem höchst interessanten Werke *„Die Meteorologie der Sonne und ihres Systems“* (Hartleben's Verlag, Wien 1886) geführt. In den ersten beiden Abschnitten weist *Zenger* durch die Beobachtungen nach, 1. dass die erhöhte Sonnenthätigkeit, welche sich durch enorme Flecken, cyklonenartige Bewegungen in denselben und metallische Eruptionen (Protuberanzen) von enormer Höhe und Ausdehnung kennzeichnet, einen parallelen Gang mit den magnetischen Störungen, Erdströmen besonderer Intensität, Nord- und Südlichtern, gewöhnlichen und Gewitterstürmen, Ueberschwemmungen, Hagelwettern und den durch die Photographie wahrnehmbar gemachten Erscheinungen der Absorption der aktinischen Strahlen zeigen, also sich wie Ursache und Wirkung verhalten; 2. dass, wie *Airy*, *Wild* u. a. zeigten, die solaren und terrestrischen magnetischen Störungen gleichzeitig sind, und letztere im selben physischen Augenblick auf der ganzen Erde beginnen; 3. dass auch die Nord- und Südlichter simultan sind; 4. dass es zwei bestimmte Punkte auf der Sonnen- wie auf der Erdoberfläche in der Nähe des Aequators gebe, die nahezu 180° in helio- und geozentrischer Länge voneinander abstehen und als beiderseitige Hauptstörungszentren zu betrachten seien; 5. dass also die Sonne und ihre Rotation die bestimmende Ursache der grossen Erdstürme sind. Zu Punkt 2 ist zu bemerken, dass die erste darin aufgestellte Behauptung nicht streng bewiesen und wahrscheinlich falsch ist, da *Zenger* in einem späteren Abschnitt für die Geschwindigkeit der solaren Störungsbewegungen bestimmte Zahlen anführt und dieselben sich nach der Erde nicht schneller fortpflanzen können, als ihre

Eigengeschwindigkeit ist, oder höchstens mit der Geschwindigkeit der von ihnen etwa erregten Aetherschwingungen. Im dritten Abschnitt bestimmt *Zenger* für die erwähnten Erscheinungen und für die Depressionen des Luftdruckes der Erdatmosphäre die ständig wiederkehrende Periode zu 12,6 Tagen, d. h. also nahe gleich $\frac{T}{2} = 12{,}5935$ Tagen, der halben Rotationsdauer der Sonne um ihre Achse; dasselbe wird im vierten Abschnitt für die seismischen Vorgänge, sowie im fünften für die periodischen Sternschnuppenfälle durchgeführt. Noch näher auf diese Fragen hier einzugehen, halte ich für zu weitgehend; ich muss daher auf das Werk selbst verweisen. Ich lasse hier daher zur Kennzeichnung der *Zenger*'schen Auffassung nur noch die Tafel der Umlaufszeiten der Planeten in ihrer Beziehung zur Sonnenrotation folgen.

Planet	Umlaufszeit beobachteter Tage	Divisor	Periode	Umlaufszeit berechneter Tage	Differenz		
					Tage	Prozent	
Merkur	87,9693	7	12,567	88,1653	+ 0,1960	+ 0,22	Mittl. Differenz 0,23
Venus	224,7008	18	12,483	226,7109	+ 2,0101	+ 0,89	
Erde	365,2564	29	12,595	365,2564	+ 0,0000	+ 0,00	
Mars	686,9796	55	12,491	692,2720	+ 5,2924	+ 0,77	
Jupiter	4332,5882	344	12,595	4332,6800	+ 0,0918	+ 0,002	
Saturn	10759,2364	854	12,599	10756,1300	− 3,1064	+ 0,029	
Uranus	30688,3904	2437	12,593	30694,0150	+ 5,6246	+ 0,018	
Neptun	60181,1132	4778	12,596	60178,9100	− 2,2032	− 0,004	

Aus jahrelangen Beobachtungen hat *Zenger* am Ende des Werkes die Schlussfolgerung gezogen:

„Als Resumé alles Vorangegangenen lässt sich kurz aussprechen, dass alle meteorologischen Erscheinungen, alle endogenen Störungen, sowie die Bewegungen im Sonnensystem die Erscheinungen der allgemeinen Attraktion der elektrischen und magnetischen Kraftäusserung auf eine einzige Urkraft sich zurückführen lassen, die ebenso in der Sonne, wie im kleinsten Teilchen des ungeheuren Sonnensystems und der ungezählten übrigen Sonnensysteme ihren Sitz hat, und deren Energie nach denselben allgemeinen Grundgesetzen wirkend, die Wirkung nur in verschiedenen Formen äussert, als elektrische und magnetische Kraft, von der alle übrigen Formen deriviert werden können, seien es elastische, Schall-, Licht- oder Wärmeerscheinungen, oder Gravitationswirkungen."

Das Dunkel, das über dem Geheimnis des Weltbaues zu *Kepler*'s Zeiten und bis in die Jetztzeit hinein gelagert hat, ist nach vorstehenden Ausführungen infolge des mehrhundertjährigen unentwegten Strebens und Arbeitens der ersten und hervorragendsten Astronomen und Physiker einem hellen Licht gewichen, das über das Wesen der allgemeinen Massenanziehung Klarheit und Erkenntnis ausstrahlt. An die Stelle des Rätsels der Gravitation beginnt jetzt eine sicher begründete physikalische Lehre von dem Wesen der Schwerkraft zu treten, die ihrerseits wieder, wie sie erst durch das Zusammenwirken der übrigen exakten Wissenszweige sich hat entwickeln können, Licht auf diese letzteren zurückstrahlt und einen weiteren Fortschritt derselben anzubahnen verspricht.

Neuere Acetylenentwickler und Zubehör.

(Fortsetzung von S. 415 d. Bd.)

Der nachstehend beschriebene *Acetylenentwickler mit als Gashahn ausgebildetem Drehzapfen* von Dr. *C. Petersen* in Hamburg (D. R. P. Nr. 108260) ist vorzüglich für Fahrradlaternen bestimmt, kann jedoch auch für andere Beleuchtungszwecke eingerichtet werden. In dem Rahmen a (Fig. 33) befindet sich mittels zweier Schildzapfen befestigt der Entwickler, bei welchem der Karbidbehälter im Wasserbehälter eingeschlossen ist und mittels Oeffnungen c_1 mit

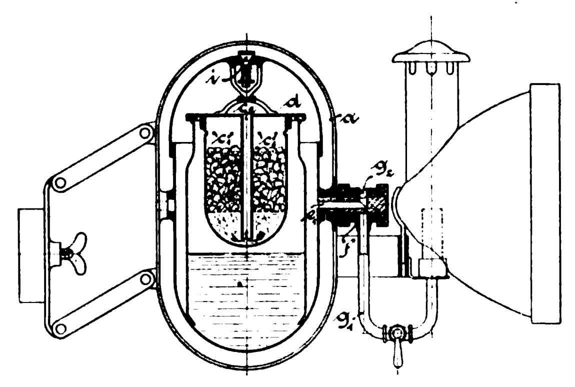


Fig. 33. Acetylenentwickler von Petersen.

dem Wasserbehälter und durch ein Rohr c_2 mit dem Gasraum d in Verbindung steht.

Der eine Drehzapfen e bildet nun das Küken eines festen Gehäuses f, an das sich die Gasleitung g_1 anschliesst, gegenüber welcher eine Oeffnung g_2 im Gehäuse f ins Freie führt. Je nach der Einstellung des Entwicklers im Rahmen a kann die Bohrung e des Kükens bezw. Zapfens entweder mit der Gasleitung g_1 verbunden, oder dem Auslass g_2 gegenübergestellt werden. In der Gebrauchslage (umgekehrt als in der Zeichnung) tritt durch die Oeffnungen c_1 Wasser zum Karbid und es wird Gas entwickelt, welches aus d durch die mit g_1 verbundene Bohrung e_1 zur Lampe gelangt. Soll die Gasentwickelung unterbrochen werden, so wird der Entwickler in die in der Zeichnung veranschaulichte Lage gebracht, der Wasserzutritt hat aufgehört und die Bohrung steht dem Auslass g_2 gegenüber, durch welchen sich später noch entwickelndes Gas entweichen kann. Durch ein Sicherheitsventil i wird zu hohem Gasdruck vorgebeugt.

Die *Karbidzuführungsvorrichtung für Acetylenentwickler* von *W. Sassmann* in Kleinbremen (D. R. P. Nr. 108378) besteht aus einem Kasten a (Fig. 34) mit mehreren übereinander liegenden Karbidbehältern. Die Böden dieser Kammern werden von Fallklappen gebildet, denen Karbidstücke a_1 als Stützpunkte dienen. Wird nun der Kasten nach und nach durch irgend eine Vorrichtung ins Wasser getaucht, so zersetzen sich auch die Karbidstücke a_1, wodurch der Inhalt einer Kammer nach der anderen in das Wasser entleert wird.

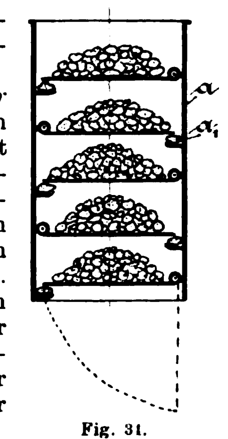


Fig. 34. Karbidführungsvorrichtung von Sassmann.

Der *Acetylenentwickler* von *H. Hanisch* in Breslau (D. R. P. Nr. 108430) bildet eine Verbesserung des Schweizerischen Patentes Nr. 13787. Im oberen Teile des Entwicklers e (Fig. 35), welcher sich zentral unter der Gasglocke a befindet, ist ein Ventilsitz angebracht und zentral an der Glocke ein Ventilkegel f starr derart befestigt, dass beim höchsten Stand der Glocke der Kegel f sich gegen den Ventilsitz legt, und einen Abschluss zwischen Entwickler und Glocke veranlasst. Durch die zentrale Lage des Abschlussorgans und seiner Befestigungsteile wird eine Schräglage der einzelnen Teile vollkommen vermieden; auch besitzt die Abschlussvorrichtung keinerlei Dichtungsstellen, durch welche oft Betriebsstörungen veranlasst werden. Der Karbideinführungskanal mündet unterhalb des Wasserspiegels. Durch zwei Wasserverschlüsse, deren einer mit

der Gasglocke, der andere mit dem Entwickler in Verbindung steht, wird jede Gefahr vermieden.

Die *Karbidzuführungsvorrichtung* von *Hans v. Krohn* in Wien (D. R. P. Nr. 108454) ist für solche Acetylenentwickler bestimmt, bei denen das Karbid aus dem Vorratsbehälter, ehe es in den Entwickler gelangt, in einem Zwischenraum abgemessen wird. Der Zwischenbehälter hat bei dieser Vorrichtung nachgiebige Wände, welche mittels vom Entwickler bethätigter Klemmen zusammengedrückt und wieder geöffnet werden, wodurch eine fortwährende Auflockerung des Karbids stattfindet und die Hähne nicht verstopft werden können.

Fig. 35. Acetylenentwickler von Hanisch.

In Fig. 36 ist a der Behälter für körniges Karbid, welcher mit dem Wasserbehälter b in Verbindung steht, in dem sich eine geeignete Reinigungsvorrichtung c befindet. Auf letzterer ist der Cylinder d befestigt, in dessen Innerem ein unter Federdruck stehender Kolben e angebracht ist, dessen Kolbenstange mittels einer über Rollen laufenden Schnur g mit einem Rahmen h verbunden ist, welcher in an d angebrachten Führungsstücken h_1 gleitet. Zwischen dem Karbidbehälter a und dem Wasserbehälter b befindet sich ein Schlauch t aus Gummi, Guttapercha o. dgl., welcher von zwei Klemmvorrichtungen p und q zusammengedrückt wird (Fig. 36a), die aus zwei an den Führungsstücken h_1 ge-

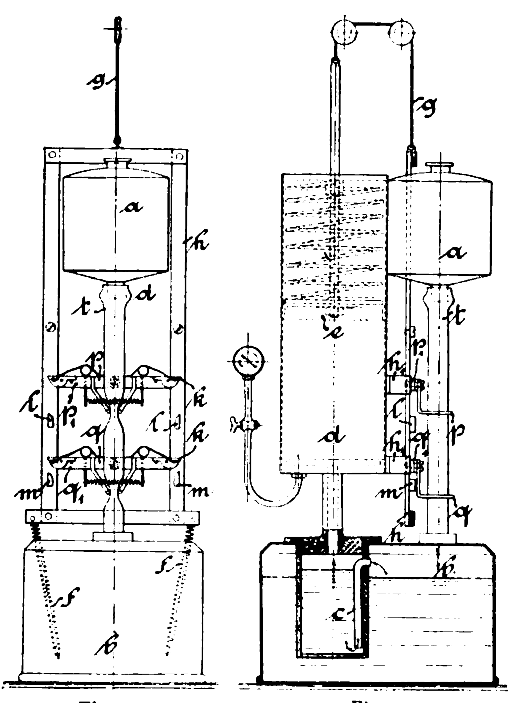


Fig. 36. Fig. 36a.
Karbidzuführungsvorrichtung von v. Krohn.

lenkig verbundenen Armen $p_1 p_1$ und $q_1 q_1$ unter Vermittelung zweier Federn zusammengezogen werden. Sie geben den Schlauch frei, sobald die Sperrklinken $k k$ gegen die an dem Rahmen h sitzenden Nasen $l l$ und $m m$ stossen. Das Sinken des Kolbens e wird einerseits durch eine Feder bewirkt, wobei gleichzeitig der Rahmen h steigt; andererseits bewirken zwei Federn f, welche an der unteren Seite des Rahmens h und am Behälter b befestigt sind, ein Sinken des Rahmens, sobald der Gasdruck unter dem Kolben e die Wirkung der über dem letzteren liegenden Feder überwindet.

Die Vorrichtung wirkt in folgender Weise: Bei genügendem Gasvorrat, welcher den Kolben e in die Höhe drücken kann, halten die Federn $f f$ den Rahmen in der tiefsten Stellung und die beiden Quetschhähne schliessen eine gewisse Menge Karbid ein. Erschöpft sich jedoch der Gasvorrat und steigt der Rahmen, so stossen die Nasen $m m$ gegen die beiden Arme der Klemmvorrichtung und veranlassen ein Oeffnen der letzteren, wodurch das eingeschlossene Karbid in den Wasserbehälter b fällt. Bei weiterem Steigen des Rahmens bis zur Erreichung des Ueberdruckes in dem Cylinder d stossen die Arme der Klemmvorrichtung gegen die Nasen $l l$, wodurch wiederum eine bestimmte Menge Karbid frei gegeben wird, und sich hierauf die Klemmvorrichtung sofort wieder schliesst. Entsprechend dem Steigen des Gasdruckes senkt sich der Rahmen bei geschlossenen Quetschhähnen wieder und der Vorgang wiederholt sich in derselben Weise.

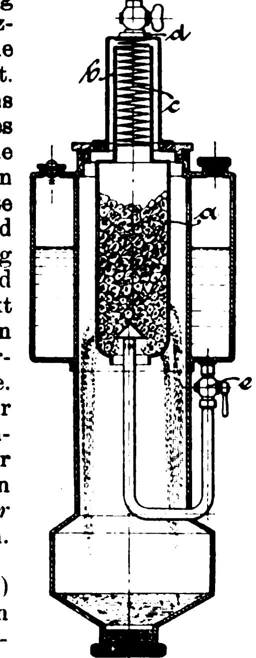


Fig. 37. Acetylenentwickler von Kraus.

Eine einfache Vorrichtung zur Entfernung des sich bildenden Schlammes aus dem Karbidbehälter und zur Regelung der Stellung des letzteren findet sich in dem *Acetylenentwickler* von *E. A. Kraus* in Köln a. Rh. (D. R. P. Nr. 108470).

Der Karbidbehälter a (Fig. 37) besteht aus einem cylinderförmigen durchbrochenen Gefäss mit einer oberen Röhre b, in welcher sich eine Feder c befindet. Durch letztere wird der Karbidbehälter nach unten gedrückt, so dass die Spitze des Wassereintrittsrohres allmählich das sich unten bildende Kalkhydrat wegdrückt und in das Karbid eindringt, so dass sie stets mit frischem Karbid in Berührung kommt. Bei der Ausdehnung des sich lösenden Karbids wird infolge des dabei entstehenden Druckes der hierdurch entstehende Schlamm durch die Durchlochungen des Behälters nach aussen gedrückt und in den Schlammraum befördert. d ist das Gasentnahmerohr und e das Ventil zur Regelung der Gasentwickelung, welche durch dieses und durch die schwebende Anordnung des Karbidbehälters erfolgt. Für die Vergasung kommt nur diejenige Wassermenge in Betracht, welche zu einem gewissen Effekt benötigt wird. Durch das Bestreben des Karbidbehälters, nach unten zu sinken, wird sonst sämtliche auch im Schlamm befindliche Feuchtigkeit abgesondert und bleiben die oberen Karbidlagen trocken.

Fig. 38 veranschaulicht eine *Acetylenlampe für Fahrräder* von *Fr. W. Hedgeland* in Chicago (D. R. P. Nr. 108533), derjenigen Art, bei welcher bei Verschluss der Gasleitung das Wasser durch das Gas verdrängt und von dem Karbid ferngehalten wird.

Fig. 38. Acetylenlampe von Hedgeland.

Auf einer in dem Gefäss a befindlichen Haube i sitzt das Gasrohr r und unter der Haube ist der Karbidbehälter b eingeschraubt, dessen Boden unten gegen a gehörig abgedichtet ist. Zwischen der Haube i und dem Karbidbehälter b, welch letzterer oben nur durch einen Siebdeckel abgeschlossen ist, verbleibt ein Hohlraum. Ungefähr in der Mitte von b befindet sich eine seitliche Kammer k, die nach innen durch einen von einer Ringmutter ge-

haltenen Siebboden *n* verschlossen ist, nach vorn aber durch ein feines Rohr *m* mit dem unteren Raum *c* des Gefässes *a* und mittels eines Rohres *l* mit dem Hohlraum zwischen *i* und *b* in Verbindung steht. Ein mittels einer Ventilspindel *f* verschliessbares Rohr *e* verbindet den oberen und unteren Teil von *a*.

Nach Füllung des Behälters mit Karbid und Einschrauben desselben in *a* wird das Gefäss *a* bei geschlossenem Rohr *e* mit Wasser gefüllt. Hierauf öffnet man das Ventil *f* bezw. das Rohr *e*, während die Einfüllöffnung *d* noch offen bleibt, wodurch Wasser in den unteren Raum *c*, durch das Rohr *m* in die Kammer *k*, und von da durch das Sieb *n* zum Karbid gelangt. Hierauf wird die Einfüllöffnung *d* geschlossen. Das sich entwickelnde Acetylen gelangt durch das Rohr *l* und den Hohlraum zwischen *a* und *i* zum Gasleitungs- bezw. Brennrohr *r*. Bei Nichtgebrauch der Lampe und geschlossenem Brenner drückt nun das sich vorläufig noch entwickelnde Gas durch das Sieb *n* und Rohr *l* auf das in *k* enthaltene Wasser, drängt dieses durch das Rohr *m* in den unteren Raum *c* und von hier durch das Rohr *e* in den oberen Raum des Gefässes *a*. Infolgedessen kommt das Karbid ausser Berührung mit dem Wasser; die in *a* über dem Wasser befindliche Luft bietet letzterem einen elastischen Widerstand, so dass nach Oeffnung des Gasrohres *r* das Wasser von derselben zum Karbid zurückgedrängt wird.

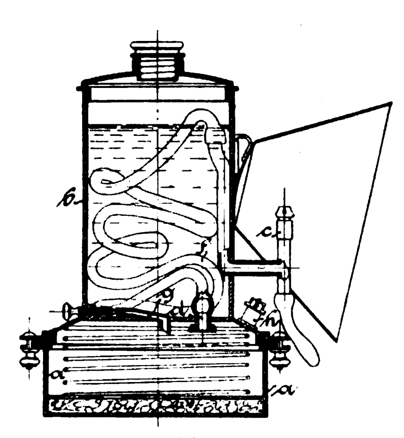


Fig. 39.
Acetylenlampe von Benecke.

Gleichfalls eine *Acetylenlampe* ist Gegenstand des D. R. P. Nr. 108534 von *F. Benecke* in Bevensen in Hannover, und zwar gelangt bei derselben das entwickelte Acetylen nicht direkt zum Brenner, sondern wird mittels eines gewundenen elastischen Schlauches durch den Wasserbehälter geführt, um bei starker Gasentwickelung den Druck auf den elastischen Schlauch wirken zu lassen, und dadurch ein ruhiges Brennen der Flamme zu erzielen.

In Fig. 39 ist *a* der Karbidbehälter mit über demselben angeordneten Wasserbehälter *b* und dem Durchflussventil *g* zum Betropfen des Karbids. *a* ist mit einem Sicherheitsventil *h* versehen. Anstatt nun das Acetylen dem Brenner *c* direkt zuzuführen, wird dasselbe zu dem oben angegebenen Zweck durch ein Auffangrohr *d* in einen Gummischlauch, welcher in mehreren Windungen in dem Wasserbehälter ruht, und von hier erst nach dem Brenner *c* geleitet.

Der nachstehend beschriebene *Acetylenentwickler* von *R. Kühn* in Rorschach, Schweiz (D. R. P. Nr. 108554), ist mit einer Vorrichtung versehen, mittels welcher das in das Wasser einzuführende Karbid während des Betriebes erneuert werden kann, ohne das Acetylen entweichen zu lassen.

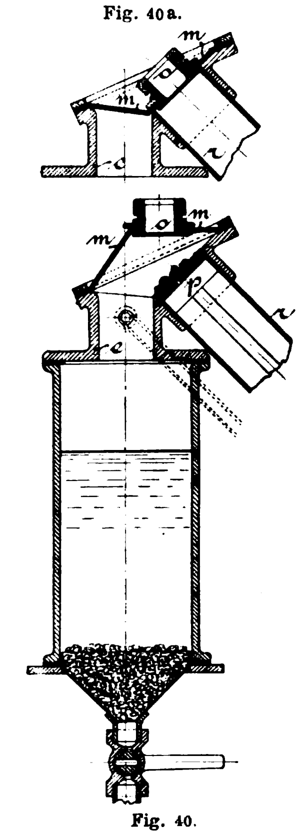


Fig. 40 a.

Fig. 40.
Acetylenentwickler von Kühn.

Den Karbidbehälter bildet ein cylindrisches Gefäss *r* (Fig. 40), dessen obere Oeffnung so neben der Oeffnung des Wasserbehälters *e* angeordnet ist, dass mittels des Kolbens *p* das herausgestossene Karbid in denselben hineinfallen kann. Beide Oeffnungen werden nach aussen durch eine Platte *m* aus biegsamem Material (Leder o. dgl.) abgeschlossen und zwar derart, dass in der Stellung nach Fig. 40 derselben beide Oeffnungen von *r* und *e* in Verbindung stehen, während in der Lage nach Fig. 40a die Oeffnungen gegeneinander abgeschlossen werden. In letzterem Falle kann durch die in der Platte *m* angebrachte, verschliessbare Oeffnung *o* der Cylinder *r* soweit mit Karbid nachgefüllt werden, ohne dass Gas aus *e* entweicht, als dies der zurückgeschobene Kolben *p* oder eine andere Vorschiebvorrichtung zulässt.

(Fortsetzung folgt.)

Bücherschau.

Das Färben des lohgaren Leders. Theorie und Praxis des Bunt-, Weiss- und Schwarzfärbens, nebst einer Abhandlung über die einschlägigen natürlichen und künstlichen Farbstoffe, Materialien und Hilfsmaschinen, sowie das Gerben und Zurichten des Farbleders von Ing. chem. *Joseph Jettmar*, Inhaber des chemischen Laboratoriums in Königgrätz. Mit 9 Textabbildungen. Leipzig 1900. Verlag von Bernh. Friedr. Voigt. Preis 5 M.

Der etwas lang geratene Titel des Buches bezeichnet in sehr genauer Weise den Inhalt desselben, so dass wir hier von einer Aufzählung der hauptsächlichsten Kapitel absehen können. Das Werk wendet sich nicht nur an diejenigen Kreise, welche vermöge ihrer technischen Vorkenntnisse in der Lage sind, die Theorie des Lederfärbens, das physikalische Kenntnisse voraussetzende Wissenswerte aus der Farbenlehre u. s. w. zu verstehen, sondern auch an die Färber der Praxis, welchen bei ihren Arbeiten zuweilen Färbungen und Geschäfte missraten, weil ihnen die Fundamentalkenntnisse fehlen. Es ist nun keine leichte Aufgabe bei der Bearbeitung eines solchen Buches, in allen Fällen beiden Kategorien in vollem Umfange gerecht zu werden. Dies merkt man auch dem vorliegenden Werke an. In dem Bestreben, recht deutlich und verständlich für Leute mit geringerer Vorbildung zu schreiben, kommen häufig Wiederholungen und Schwerfälligkeiten im Text vor, welche die Ausdrucksweise etwas unschön machen. Das hat aber durchaus keinen Einfluss auf den gediegen bearbeiteten Inhalt und die Brauchbarkeit des Werkes, vielmehr sprechen wir rückhaltlos die feste Ueberzeugung aus, dass sowohl die technisch vorgebildeten Fachleute als auch die handwerksmässig ausgebildeten Färber durch das Studium und den Handgebrauch vielfachen Nutzen haben werden. Was die Abbildungen betrifft, so entfallen dieselben naturgemäss auf die in der Lederfärberei gebrauchten maschinellen Einrichtungen, gerne würden wir es aber gesehen haben, wenn bei der Beschreibung der Haut (S. 2 und 3) die Verständlichkeit des Textes durch einige gute Abbildungen unterstützt worden wäre. Dem Werke wünschen wir eine gute Verbreitung. *Bjd.*

Neuere Bogenlampen, deren Mechanismen und Anwendungsgebiete. Leitfaden durch das Gebiet der modernen Bogenlampentechnik. In gemeinfasslicher Darstellung von Dr. *Th. Weil*, dipl. Ingenieur. 91 S. mit 120 Abb. Leipzig 1900. Verlag von Oskar Leiner. Preis 3,50 M.

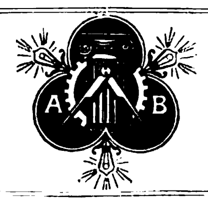
Der Verfasser hat aus der sehr grossen Zahl von Bogenlampenkonstruktionen, welche im Lauf der Zeit entstanden sind, diejenigen ausgewählt, welche als Typen von bleibender Dauer betrachtet werden dürfen. Er erläutert an ihnen das Prinzip der modernen Reguliervorrichtungen, die Wirkungsweise und Verwendbarkeit der Lampen für die verschiedenen Anwendungsgebiete. Das Büchlein erscheint für die Unterrichtung auf dem vorliegenden Gebiet wohl geeignet.

Arnold Bergsträsser Verlagsbuchhandlung (A. Kröner) Stuttgart.
Druck der Union Deutsche Verlagsgesellschaft ebendaselbst.

DINGLERS POLYTECHNISCHES JOURNAL.

81. Jahrg., Bd. 315, Heft 40. **Stuttgart, 6. Oktober 1900.**

Jährlich 52 Hefte in Quart. **Abonnementspreis** vierteljährlich 6 M., direkt franko unter Kreuzband für Deutschland und Oesterreich 6 M. 65 Pf., für das Ausland 7 M. 30 Pf. Redaktionelle Sendungen und Mitteilungen bittet man zu richten: An die Redaktion von „Dinglers Polytechn. Journal" in Stuttgart, die Expedition betreffende Schreiben an Arnold Bergsträsser Verlagsbuchhandlung (A. Kröner) Stuttgart.



Die Dampfmaschinen der Pariser Weltausstellung.

Von **Fr. Freytag**, Chemnitz.

(Fortsetzung von S. 597 d. Bd.)

Die vorzüglich durchgebildete liegende Tandemverbundmaschine der *Société anonyme des anciens ateliers de construction van den Kerchhove* in Gand (Belgien) zeigen Fig. 29 und 30. Sie hat Cylinder von 630 bezw. 1090 mm Durchmesser für 1200 mm gemeinsamen Hub und entwickelt mit 100 minutlichen Umdrehungen bei 9 at Anfangsspannung des Arbeitsdampfes und einer Gesamtfüllung von 0,07 etwa 1000 PS_i.

Die Maschine ist mit einer Dynamo der *Compagnie internationale d'Electricité* in Lüttich direkt gekuppelt, deren Bauweise indes nur 86 minutliche Umdrehungen gestattet.

Bemerkenswert ist die Verwendung von Kolbenventilen als Steuerungsorgane, die, wie Fig. 31 erkennen lässt, in den Cylinderdeckeln untergebracht sind, und sich in diesen auf- und abwärts bewegen. Es sind vier derartige Ventile — zwei obere für die Einströmung und zwei untere für die Ausströmung des Dampfes — an jedem Cylinder angeordnet. Sie bilden einfache cylindrische Rippenkörper, die behufs Dichthaltens in eingesetzten Führungsbüchsen von federnden Ringen umgeben sind. Die Büchsen haben schlitzartige Oeffnungen, welche durch einen kreisförmigen Kanal mit dem Cylinder in Verbindung stehen. Dieselben werden bei der Aufwärtsbewegung der oberen Einlassventile freigelegt, so dass der Dampf, welcher den Deckel des Cylinders anfüllt, nunmehr auch in den letzteren selbst treten kann; bei der Abwärtsbewegung des Ventils werden die Oeffnungen geschlossen und die Zufuhr frischen Dampfes in den Cylinder abgeschnitten.

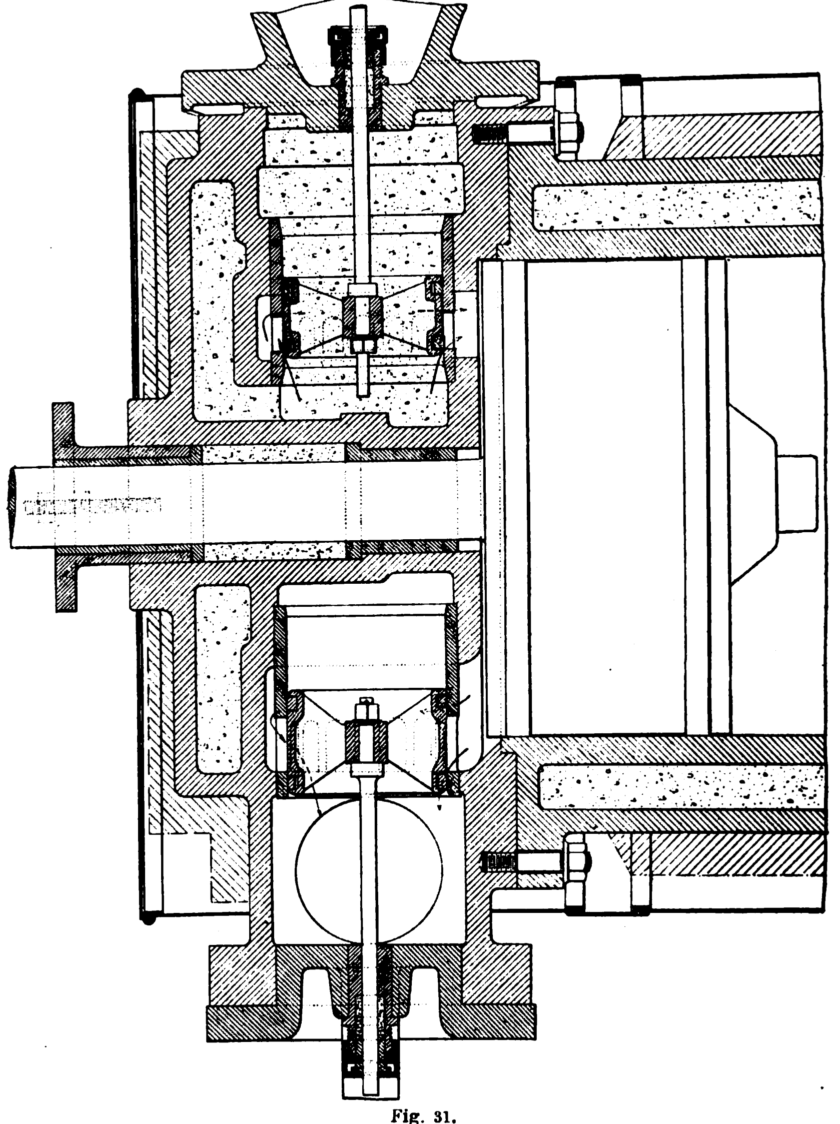


Fig. 31.
Kolbenventil als Steuerungsorgan der liegenden Tandemverbundmaschine der Société anonyme des anciens ateliers de construction van den Kerchhove.

Die Ausströmung des im Cylinder wirksam gewesenen Dampfes wird in ähnlicher Weise geregelt. Beim Anheben des betreffenden Ventils werden die Oeffnungen in den Führungsbüchsen frei gelegt und der durch dieselben entweichende Dampf gelangt in die Abdampfleitung.

Als Vorzüge, welche sich mit Verwendung derartiger Ventile ergeben, werden die folgenden genannt:

1. Zufolge der Bewegungsrichtung des durch die Oeffnungen der Führungsbüchsen in den Cylinder tretenden Arbeitsdampfes von unten nach oben wird dieser nur wenig Wasser mitreissen können; sollten sich dennoch grössere Wassermengen im Cylinder ansammeln, so werden diese bei jedem Kolbenhube durch die Ausströmöffnungen im untersten Teile des Cylinders abgeführt.

2. Die schädlichen Räume, wie auch die Oberflächen, mit denen der Dampf vor seinem Eintritt in den Cylinder in Berührung kommt, sind erheblich herabgemindert. Da diese Oberflächen überdies beständig von frischem Dampf umspült werden, der sich in Wirbelungen um die Gehäuse der Einström- und Ausströmventile bewegt und eine fortwährende Erneuerung der Wärmeabgabe bewirkt, fallen auch die Verluste infolge der Anfangskondensation des Dampfes gering aus.

3. Die senkrechte Anordnung der Kolbenventile verhütet jegliche Abnutzung derselben infolge Eigengewichts-

wirkung; die einzige Reibung entsteht durch den leichten Druck, welchen die Dichtungsringe der Kolbenventile gegen die Innenwandungen der Führungsbüchsen ausüben.

Der äussere Steuerungsmechanismus ist demjenigen einer gewöhnlichen Ventildampfmaschine nachgebildet. Der charakteristische Unterschied im vorliegenden Falle liegt darin, dass die Kolbenventile nicht auf ihre Sitze auftreffen können; sie überschreiten ungehindert die betreffenden Durchströmöffnungen des Arbeitsdampfes und überdecken dieselben, behufs genügenden Dichthaltens, um einen gewissen Betrag.

Die Einströmventile erlangen infolgedessen, bei Vermeidung jeglichen Stosses und plötzlicher Einrückung der betreffenden Steuerorgane, fortschreitend eine gewisse Geschwindigkeit für den Augenblick des Oeffnens der schlitzartigen Durchbrechungen in den Führungsbüchsen, und umgekehrt fallen sie nach erfolgtem Auslösen der Steuerung geräuschlos zurück und schneiden die Zufuhr frischen Dampfes vollkommen ab.

Ihre Bewegung wird nicht durch Luftpuffer behindert, deren Wirkung je nach Regelung mittels Lufthahn u. s. w. abgeschwächt oder verstärkt werden kann; sie ist ein für alle Mal festgestellt und bei allen Hüben, allen Spannungen und bei allen Gangarten der Maschine dieselbe. Die Ausströmventile werden ohne Zuhilfenahme von Daumenscheiben oder Federn von dem äusseren Steuerungsmechanismus beständig auf- und abwärts bewegt.

Der inmitten des Niederdruckcylinders angeordnete Regulator wirkt auf die Auslösevorrichtungen beider Cylinder; hierbei gestatten geeignete Hebelverbindungen, welche die Auslöseklinken bethätigen, die von der endlichen Länge der Pleuelstange herrührenden ungleichen Füllungen auf beiden Cylinderseiten zu verbessern.

Mittels einer besonderen Vorrichtung wird die Zufuhr frischen Dampfes selbstthätig abgeschnitten, sobald der Regulator aus irgend welchem Grunde in seine tiefste Lage gelangt. Ein Durchgehen der Maschine kann dann nicht eintreten.

Was die übrigen Einzelteile der in Fig. 32 nochmals in der Gesamtansicht dargestellten Maschine anbelangt, so bildet der mit einer gebohrten Kreuzkopfführung versehene kräftige Rahmen mit dem Kurbellager ein einziges Gussstück. Die Schalen dieses Lagers, wie auch diejenigen des Kurbelzapfens sind aus Stahl gefertigt und mit Weissmetall ausgegossen. Der aus Gussstahl hergestellte Kreuzkopf trägt nachstellbare, gusseiserne Schuhe von bedeutender Länge; sein aus Stahl gefertigter Zapfen ist eingesetzt und gehärtet.

Die Cylinder sind von Dampfmänteln umgeben, welche vom Dampf durchströmt werden, bevor er den Kolbenventilen zuströmt.

Die stehende Luftpumpe hat unter Maschinenflur Aufstellung gefunden; sie wird mittels Schubstange und Schwinghebel von einer Gegenkurbel der Maschine aus betrieben. Die Lager der Kurbelwelle besitzen Ringschmierung, diejenigen der Pleuelstange werden durch selbstthätige Apparate mit Oel versehen. Die Cylinder und Kolbenventile werden mittels Pumpen geschmiert, von denen Rohre abzweigen, die nach Gefässen mit sichtbarer Tropfenbildung und einstellbarer Oelmenge führen.

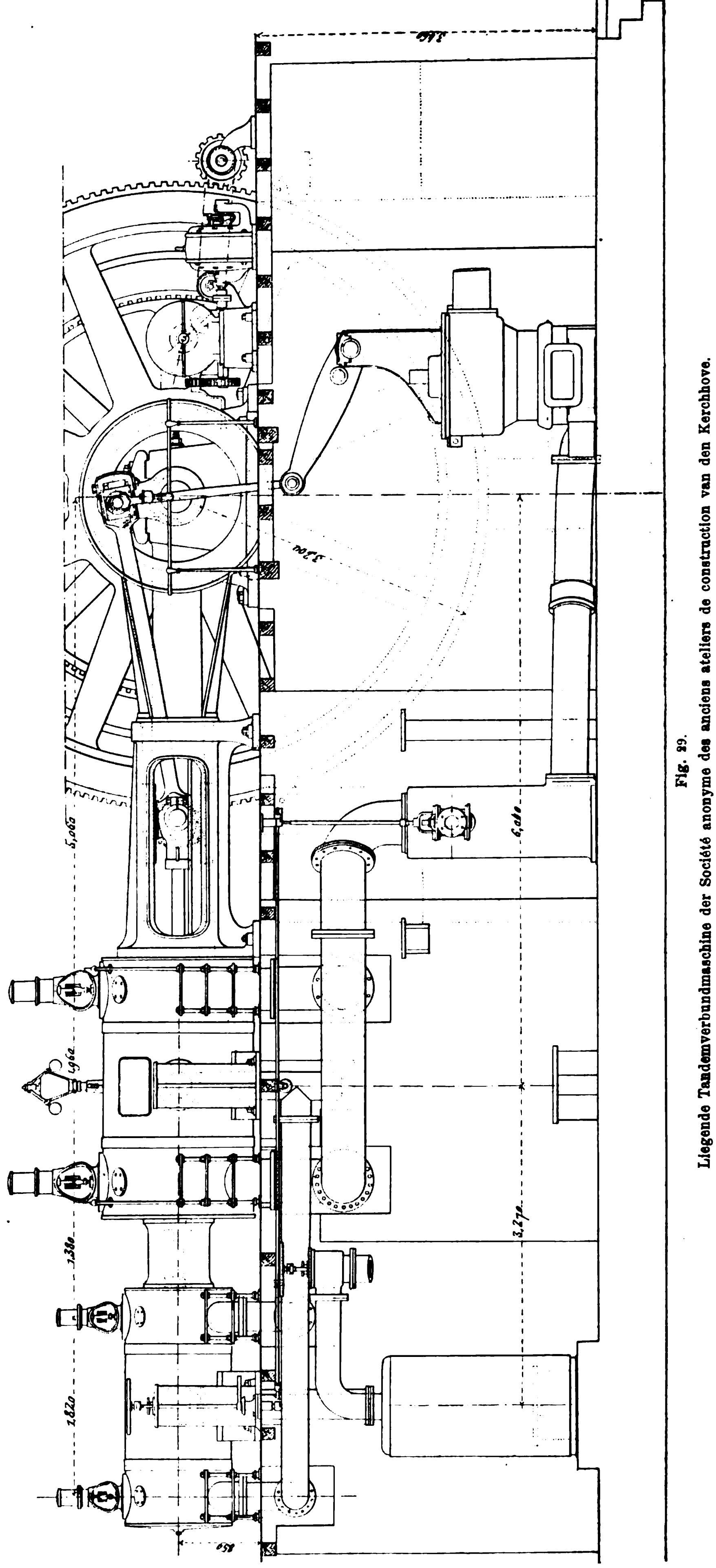


Fig. 29. Liegende Tandemverbundmaschine der Société anonyme des anciens ateliers de construction van den Kerchhove.

Die an der Ausstellungsmaschine am 29. Juli 1900 abgenommenen Diagramme (Fig. 33) liefern den besten Beweis für eine tadellose Dampfverteilung.

Fig. 30. Liegende Tandemverbundmaschine der Société anonyme des anciens ateliers de construction van den Kerchhove.

Fig. 33. 3 mm = 1 kg. 12½ mm = 1 kg.

Die *Société anonyme des ateliers Carels Frères* in Gand hat ebenfalls eine liegende Tandemverbundmaschine mit Kondensation ausgestellt, die mit einer Dynamo der Firma *Kolben und Cie.* in Prag, die den Strom für Beleuchtung und Kraftübertragung in Alt-Paris liefert, direkt gekuppelt ist. Die Maschine macht einen sehr gefälligen Eindruck. Fig. 34 zeigt eine Gesamtansicht derselben. Sie läuft normal mit 100 minutlichen Umdrehungen; doch ist die Umdrehungszahl auf der Ausstellung wegen der zu betreibenden Dynamo auf 94 herabgesetzt. Die Hauptabmessungen sind folgende:

Durchmesser des Hochdruckcylinders . . .	660 mm
Durchmesser des Niederdruckcylinders . . .	1050 „
Gemeinsamer Kolbenhub	1150 „

Mit 10 at Anfangsspannung des Arbeitsdampfes leistet die Maschine normal 1000, maximal 1300 PS.

Um die inneren Deckel der hintereinander liegenden Cylinder, sowie diejenigen der Kolben leicht abnehmen zu können, ist das die Cylinder verbindende Zwischenstück aus zwei Hälften hergestellt, deren Teilfuge in der Vertikalebene in Richtung der Cylinderachsen liegt; beide Hälften sind durch Schrauben miteinander verbunden. Die Cylinder haben eingesetzte Laufbüchsen aus Hartguss; die Zugfestigkeit dieses Materials wurde an Probestücken zu 2600 $^{kg}/_{qcm}$, die Druckfestigkeit desselben zu 11 500 $^{kg}/_{qcm}$ ermittelt.

Der Dampf durchströmt die Heizmäntel der Cylinder, bevor er auf die Kolben treibend wirkt. Letztere sind sogen. schwedische Kolben mit je zwei federnden Dichtungsringen aus Gusseisen. Um ihre Eigengewichtswirkung zu verringern, ist die gemeinsame Kolbenstange in der Mitte nochmals unterstützt; sie gleitet hier in einer halbcylindrischen, auf Zapfen ruhenden Führung. An den Enden sind die Cylinder mit kräftigen Füssen versehen, mittels welcher sie sich auf bearbeitete Flächen der in ihrer ganzen Länge auf dem Fundament aufliegenden Sohlplatte stützen. Zur Dampfverteilung jedes Cylinders dienen vier entlastete Doppelsitzventile, die von Exzentern der Steuerwelle bethätigt werden, und zwar ist für jedes Einström- und entsprechendes Auspuffventil ein einziges Exzenter angeordnet. Zur Steuerung des Hochdruckcylinders dient ein der bekannten Sulzer-Steuerung nachgebildeter Mechanismus.

Wie in Fig. 35 ersichtlich, schwingt der aktive Mitnehmer *a* um einen Zapfen am äussersten Ende der Exzenterstange und gleichzeitig mittels Gegenlenker um den Drehpunkt des Ventilhebels *b*, auf dessen äusseres mit einer Stahlplatte armiertes Ende er bei seiner Abwärtsbewegung mit geringer Geschwindigkeit auftrifft; indem er dasselbe bei seiner Weiterbewegung mitnimmt, wird das Einlassventil geöffnet. Dies dauert so lange, bis der andere wagerechte Schenkel des winkelförmigen Mitnehmers *a* mit der vom Regulator eingestellten Rolle *c* zusammentrifft, worauf das Ventil unter Mitwirkung eines

Luftpuffers auf seinen Sitz zurückfällt. Zufolge der Lage der Rolle *c* wird ihre Berührung mit dem wagerechten Schenkel des aktiven Mitnehmers früher oder später erfolgen, womit veränderliche Füllungen — von 0 bis 75 °/₀ — des Kolbenhubes erreicht werden.

Das Auspuffventil wird mittels zweier Wälzhebel von

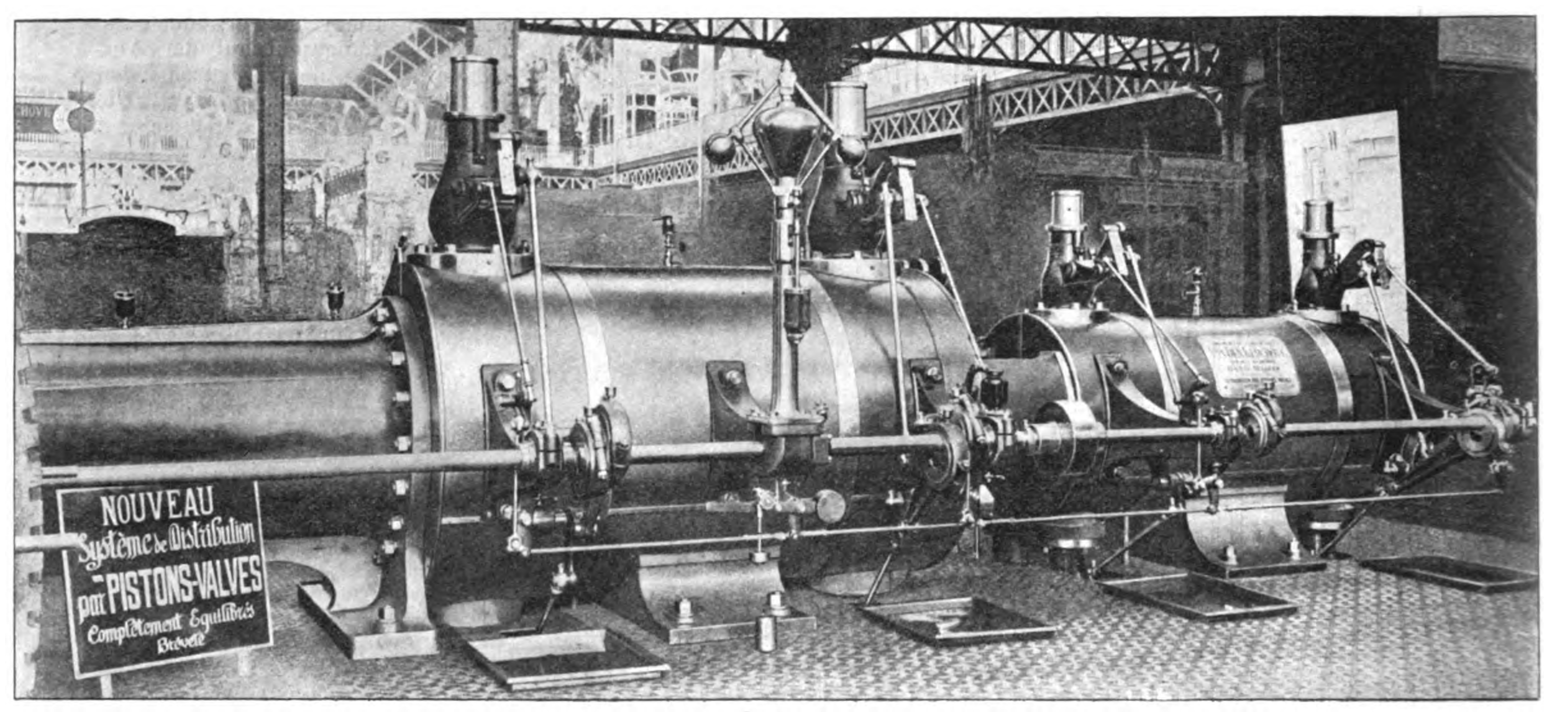


Fig. 32.
Liegende Tandemverbundmaschine der Société anonyme des anciens ateliers de construction van den Kerchhove.

demselben Exzenter aus derart bethätigt, dass es sich langsam von seinem Sitz erhebt, danach schnell öffnet; in analoger Weise erfolgt die Abwärtsbewegung des Ventils. Die Vorausströmung, wie auch die Kompression des im

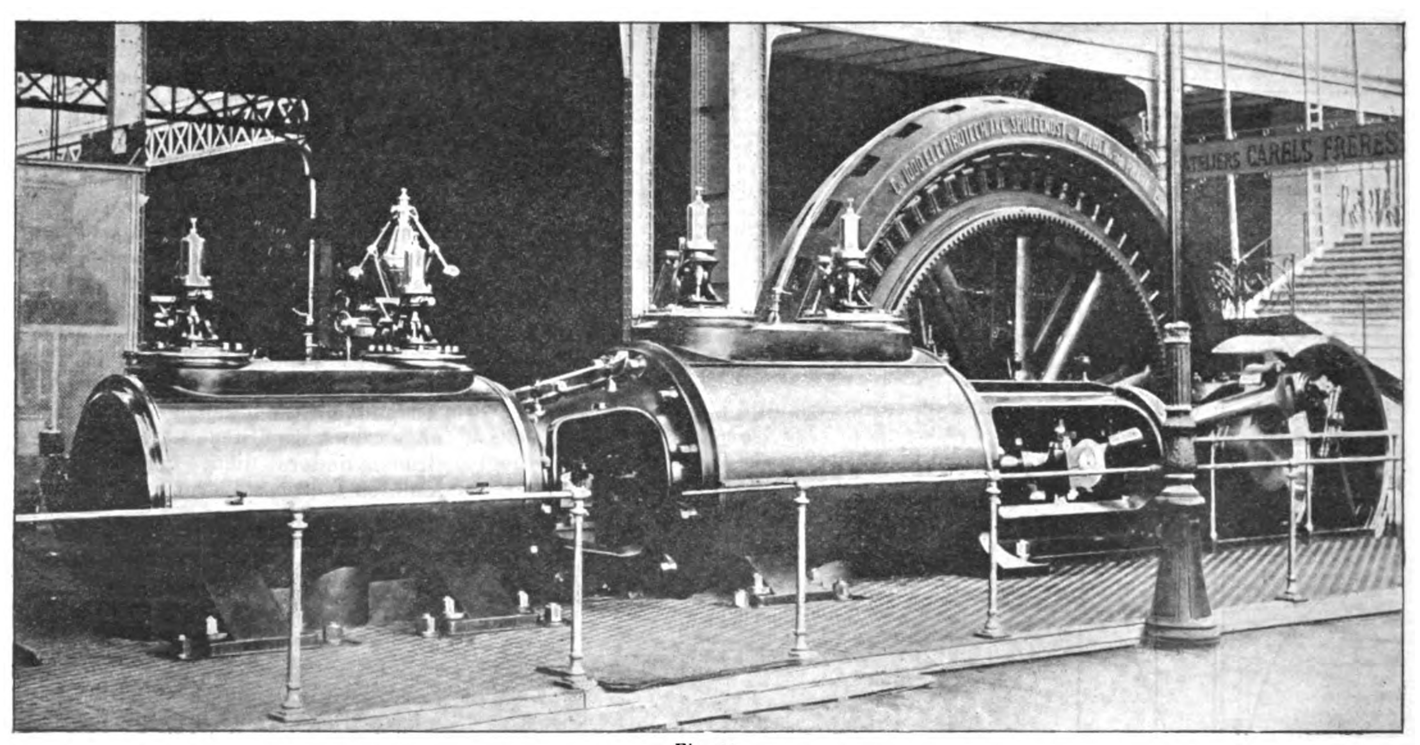


Fig. 34.
Liegende Tandemverbundmaschine mit Kondensation der Société anonyme des ateliers Carels Frères.

Cylinder wirksam gewesenen Dampfes lassen sich innerhalb gewisser Grenzen von Hand regeln. Der äusserst empfindliche Regulator ist mit einer Vorrichtung zur Aenderung der normalen Umdrehungszahl der Maschine, auch während des Ganges derselben, versehen. Mit Ausschaltung der gesamten Belastung ergaben sich nach einer Zeitdauer von 10 Sekunden Geschwindigkeitsänderungen der Maschine von nur 3 °/₀ der normalen Geschwindigkeit.

Die Füllungen im Niederdruckcylinder lassen sich, wie auch die Voreinströmung, Vorausströmung und Kompression des Dampfes innerhalb gewisser Grenzen von Hand regeln. Fig. 36 gibt den Querschnitt des Niederdruckcylinders durch die Ventile mit zugehörigem Steuerungsmechanismus. Auch hier dient ein einziges Exzenter zur Steuerung des Einlass- und Auslassventils an jedem Cylinderende.

Die Abbildungen Fig. 37 zeigen Diagramme, welche an einer ähnlichen Maschine der elektrischen Zentralstation zu Antwerpen abgenommen wurden. Der Kondensator der in Paris ausgestellten Maschine ist samt zugehöriger doppelt wirkender Luftpumpe unter Maschinenflur auf-



gestellt; letztere wird von dem Kurbelzapfen aus mittels Schubstange und Schwinghebel betrieben.

Dujardin und Cie. in Lille lieferten für die elektrische Kraftstation der Ausstellung zwei Maschinen, von denen die grössere — eine liegende Dreifach-Expansionsmaschine — mit einer Dynamo der Firma *Schneider und Co.* in Creusot für 1000 Kilo-Watt, die andere — eine liegende Tandemverbundmaschine — mit einer Dynamo der *Société Eclairage Electrique* für 500 Kilo-Watt direkt gekuppelt ist. Ausserdem haben *Dujardin und Cie.* noch eine liegende Verbundmaschine von 1200 PS, sowie eine ebensolche Maschine von 300 PS ausgestellt.

Die in Fig. 38 und 39 ersichtliche Dreifach-Expansionsmaschine hat vier Cylinder, einen Hochdruck-, einen Mitteldruck- und zwei Niederdruckcylinder. Jeder der letzteren ist an dem Bajonettrahmen der betreffenden Maschinenseite befestigt und durch ein Zwischenstück mit dem Hochdruck- bezw. Niederdruckcylinder verbunden. Sämtliche Cylinder ruhen mittels angegossener Füsse auf bearbeiteten Gleitflächen einer gemeinschaftlichen Grundplatte, die von Temperaturunterschieden herrührende Längsbewegungen der Cylinder gestattet.

Zur Dampfverteilung des Hochdruckcylinders dient eine auslösende Steuerung, System *Dujardin*, mit vier Corliss-Schiebern — zwei Einström- und zwei Ausströmschieber — die, wie bei der bekannten Wheelock-Steuerung, im unteren Teile des Cylinders angeordnet sind.

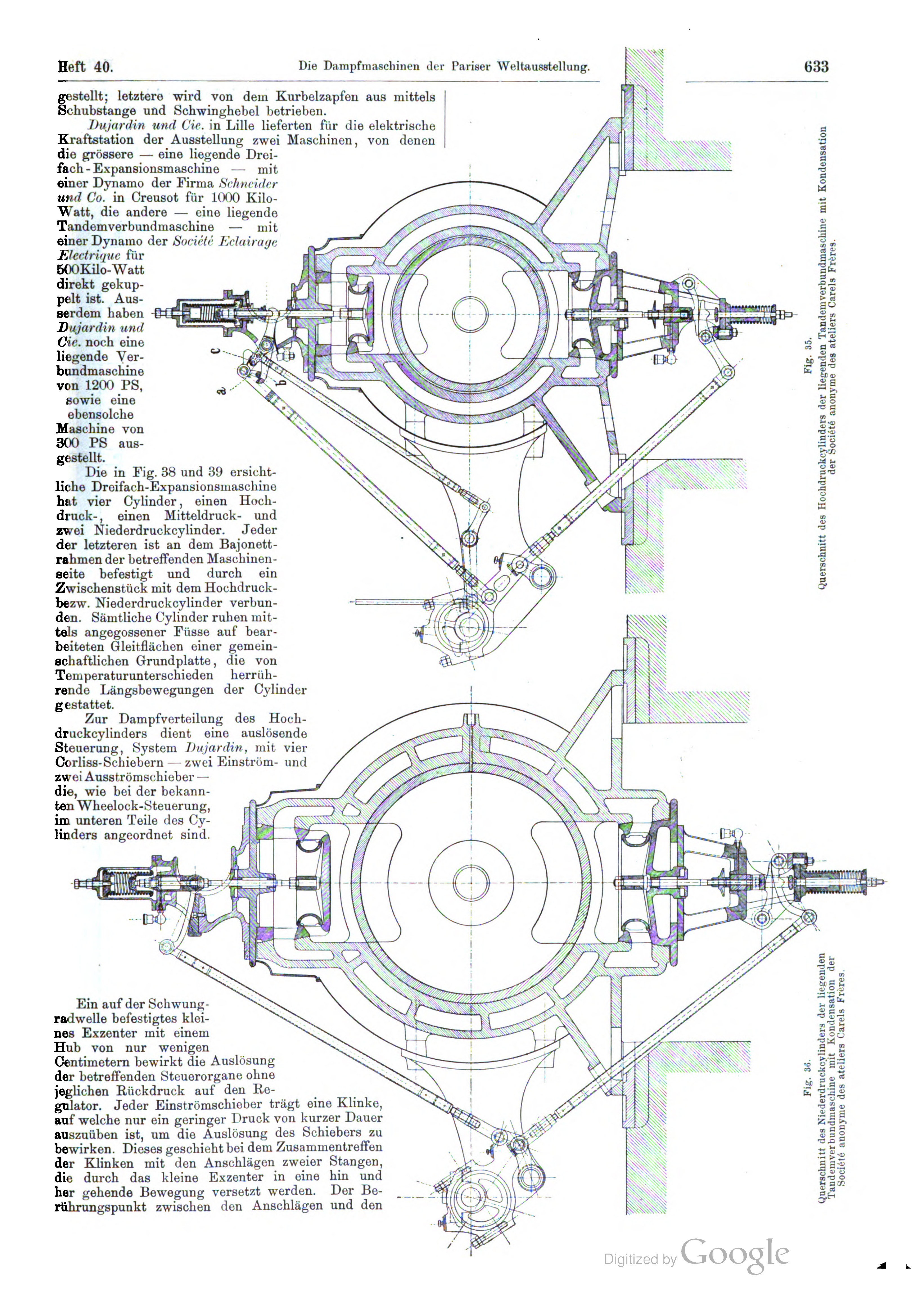


Fig. 35. Querschnitt des Hochdruckcylinders der liegenden Tandemverbundmaschine mit Kondensation der Société anonyme des ateliers Carels Frères.

Fig. 36. Querschnitt des Niederdruckcylinders der liegenden Tandemverbundmaschine mit Kondensation der Société anonyme des ateliers Carels Frères.

Ein auf der Schwungradwelle befestigtes kleines Exzenter mit einem Hub von nur wenigen Centimetern bewirkt die Auslösung der betreffenden Steuerorgane ohne jeglichen Rückdruck auf den Regulator. Jeder Einströmschieber trägt eine Klinke, auf welche nur ein geringer Druck von kurzer Dauer auszuüben ist, um die Auslösung des Schiebers zu bewirken. Dieses geschieht bei dem Zusammentreffen der Klinken mit den Anschlägen zweier Stangen, die durch das kleine Exzenter in eine hin und her gehende Bewegung versetzt werden. Der Berührungspunkt zwischen den Anschlägen und den

Klinken liegt in den Schwingachsen der Einströmschieber. Da das kleine Exzenter derart auf der Welle befestigt ist, dass es dem Arbeitskolben nur um ein Geringes voreilt, kann die Auslösung der Einströmschieber in allen Stellungen derselben bis nahezu während des ganzen Kolbenhubes erfolgen.

Fig. 37.

Der Augenblick des Zusammentreffens der Anschläge mit den Klinken ist von der Stellung des Regulators abhängig; dieser regelt die Bewegungen der Stangen, auf denen die Anschläge sitzen, derart, dass ein früheres oder späteres Zusammentreffen der letzteren mit den Klinken stattfindet. Zu dem Zwecke wirkt der Regulator auf eine Schraubenspindel mit Links- und Rechtsgewinde, auf denen Muttern sitzen, die bei einer Drehbewegung der Spindel sich einander nähern oder voneinander entfernen. Jede Mutter trägt den Drehzapfen eines kleinen, senkrecht angeordneten Schwinghebels, dessen oberes Ende durch Stangen und Hebelverbindungen mit dem kleinen Exzenter, und dessen unteres Ende mit den die Anschläge tragenden Stangen verbunden ist.

Je nach Lage der Muttern ändert sich somit die Stellung der Anschläge in Bezug auf die Klinken und damit der Zeitpunkt des Zusammentreffens dieser beiden Organe bezw. des Auslösens der Einströmschieber.

Hierbei wird zufolge Anordnung der Schraubenspindel mit zugehörigen Muttern jegliche Rückwirkung auf den Regulator vermieden. Dieser kann verhältnismässig leicht gebaut werden, auch sind besondere Oelbremsen, welche die Empfindlichkeit des Regulators beeinflussen, nicht erforderlich.

Der Mitteldruckcylinder wird in gleicher Weise gesteuert, nur dass die Füllungen von Hand eingestellt werden.

Auch die beiden Niederdruckcylinder arbeiten mit je vier im unteren Teile derselben angeordneten Corliss-Schiebern, die mittels Gestängeverbindungen von Exzentern der Schwungradwelle zwangläufig hin und her bewegt werden. Der Füllungsgrad ist hier nicht veränderlich.

Jeder Cylinder ist mit einem Dampfmantel versehen. Die hydraulisch eingepressten, mittels Kupferringe abgedichteten Laufbüchsen der Cylinder sind aus einem besonders geeigneten Material hergestellt.

Der Kesseldampf tritt nach dem Durchströmen eines in Nähe der Maschine aufgestellten Wasserabscheiders in den Mantel des Hochdruckcylinders, dann in diesen selbst. Vorderer und hinterer Cylinderdeckel werden ebenfalls mittels Frischdampf geheizt.

Der Mantel des Mitteldruckcylinders, die zugehörigen Deckel, sowie ferner die Mäntel der beiden Niederdruck-

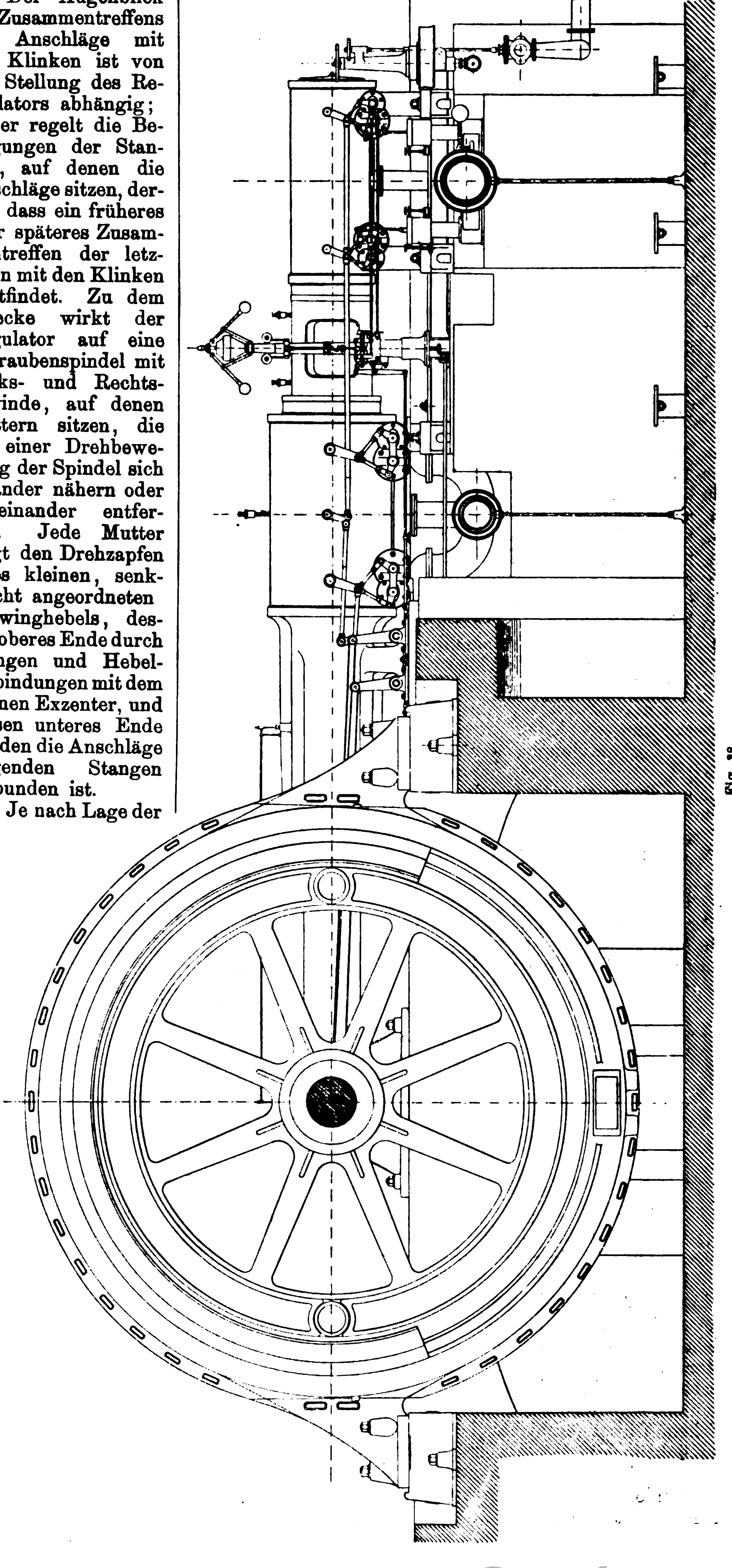


Fig. 38. Dreifach-Expansionsmaschine von Dujardin und Cie.

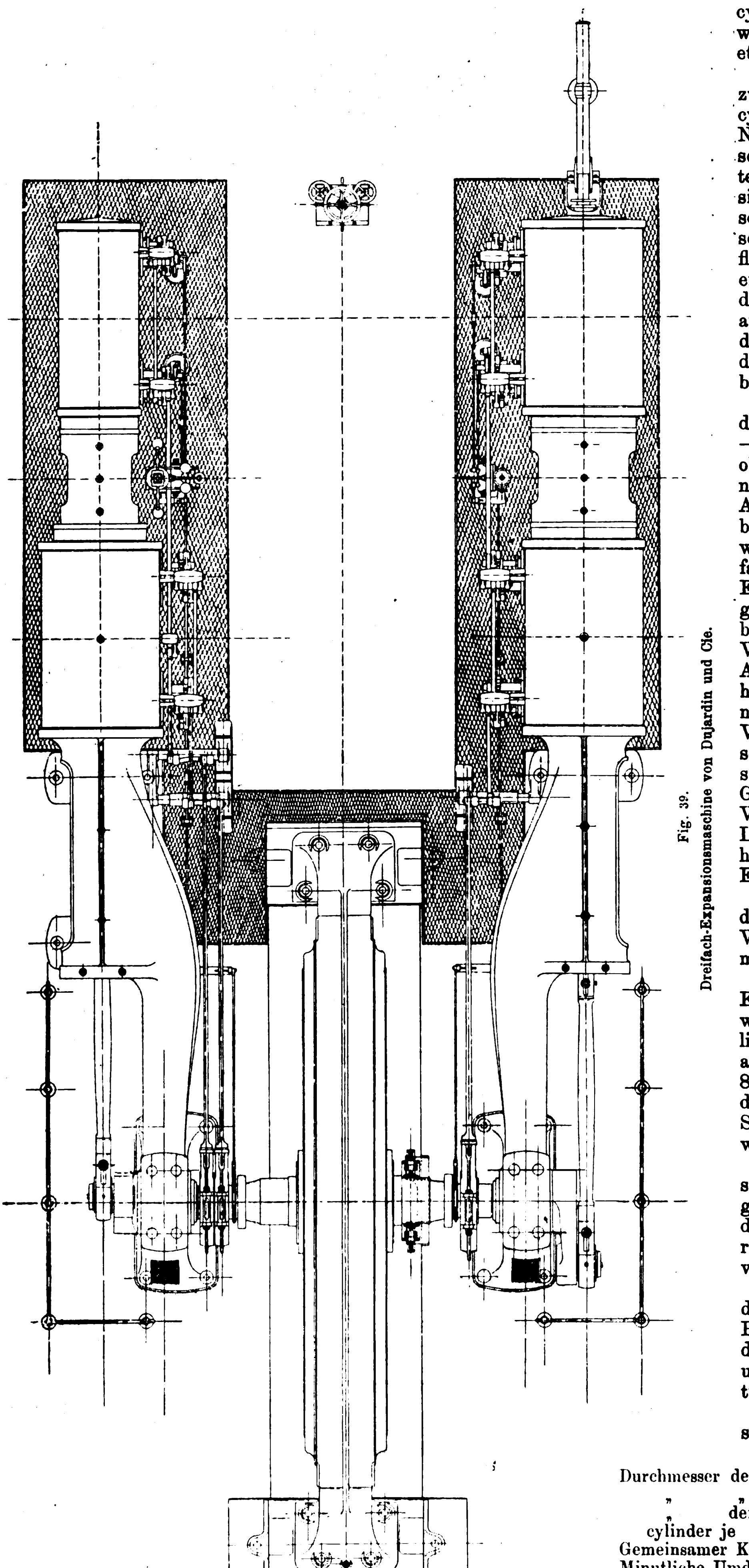


Fig. 39. Dreifach-Expansionsmaschine von Dujardin und Cie.

cylinder und vorderen Deckel derselben werden mit expandiertem Dampf von etwa 6 kg Spannung geheizt.

Dasselbe gilt für die Mäntel der zwischen Hochdruck- und Mitteldruckcylinder bezw. diesem und den beiden Niederdruckcylindern liegenden Zwischenbehälter. Zwischen jeden der letzteren und die entsprechenden Cylinder sind Kompensationsvorrichtungen geschaltet. Der Abdampf jeder Maschinenseite entweicht in einen unter Maschinenflur aufgestellten Kondensator mit zwei einfach wirkenden Luftpumpen stehender Anordnung, die mittels eines dreiarmigen Schwinghebels und angreifender Schubstange von dem Kreuzkopf der betreffenden Maschinenseite aus betrieben werden.

Jeder Kondensator besitzt ausser der gewöhnlichen Einspritzvorrichtung — aus einem regelbaren Konus im oberen Teile desselben bestehend — noch einen kleinen, leicht zugänglichen Absperrschieber, welcher die augenblickliche Einspritzung von Druckwasser in den Kondensator gestattet, falls nach Oeffnen der gewöhnlichen Einspritzvorrichtung die Bildung eines genügenden Vakuums unterbleibt. Um bei einer plötzlichen Erhebung des Wasserspiegels im Kondensator das Auftreten von Wasserschlägen zu verhüten, sind Sicherheitsventile angeordnet, welche mit einem Schwimmer in Verbindung stehen; dieselben werden selbstthätig geöffnet, sobald der Wasserspiegel im Kondensator eine festgesetzte Grenze überschreitet. Die durch die Ventile in den Kondensator tretende Luft vernichtet das Vakuum und verhindert das weitere Ansaugen von Einspritzwasser.

In die Abdampfleitungen der beiden Niederdruckcylinder eingeschaltete Wechselventile gestatten die Ausströmung des Auspuffdampfes ins Freie.

Die aus Martin-Stahl gefertigten Kurbeln und zugehörigen Zapfen sind, wie auch die Kreuzkopfzapfen, hydraulisch auf- bezw. eingezogen; der hierbei aufgewendete Druck schwankt zwischen 85 bis 285 t. Mit letzterem Druck sind die Kurbeln auf die ebenfalls aus Martin-Stahl gefertigten, hohlen Schwungradwellen gepresst.

Die Schmierung der Cylinder geschieht mittels Oelpumpen. Alle übrigen bewegten Teile der Maschine werden durch eine kleine, unter Flur stehende rotierende Pumpe mit Schmiermaterial versorgt.

Zwischen Hochdruck- und Mitteldruckcylinder befindet sich eine eiserne Plattform, von der aus der Maschinist die für das Ingangsetzen der Maschine u. s. w. erforderlichen Arbeitsverrichtungen besorgt.

Nachstehend sind die Hauptabmessungen der Maschine angegeben.

Durchmesser des Hochdruckcylinders	610	mm
„ „ Mitteldruckcylinders	1050	„
„ der beiden Niederdruckcylinder je	1050	„
Gemeinsamer Kolbenhub	1650	„
Minutliche Umdrehungszahl	72	
Mittlere Kolbengeschwindigkeit	3,960	m
Dampfspannung	11	kg/qcm

Gesamtfüllung für die Leistung von 1700 PSi	0,053
Entsprechende Füllung im Hochdruckcylinder	31 %
Hochdruckcylinder. Durchmesser der Einströmschieber	170 mm
Querschnitt der Einströmöffnungen	0,03 qm
Mittlere Dampfgeschwindigkeit	37 m
Durchmesser der Ausströmschieber	170 mm
Querschnitt der Ausströmöffnungen	0,0340 qm
Mittlere Dampfgeschwindigkeit	32 m
Durchmesser der Einströmrohre	210 mm
„ „ Ausströmrohre	220 „
Mitteldruckcylinder. Durchmesser der Einströmschieber	250 „
Querschnitt der Einströmöffnungen	0,08 qm
Mittlere Dampfgeschwindigkeit	42 m
Durchmesser der Ausströmschieber	250 mm
Querschnitt der Ausströmöffnungen	0,1050 qm
Mittlere Dampfgeschwindigkeit	31 m
Durchmesser der Einströmrohre	310 mm
„ „ Ausströmrohre	360 „
Niederdruckcylinder. Durchmesser der Einströmschieber	250 „
Querschnitt der Einströmöffnungen	0,075 qm
Mittlere Dampfgeschwindigkeit	44 m
Durchmesser der Ausströmschieber	250 mm
Querschnitt der Ausströmöffnungen	0,1155 qm
Mittlere Dampfgeschwindigkeit	28 m
Durchmesser der Einströmrohre	310 mm
„ „ Ausströmrohre	360 „
Inhalt des ersten Zwischenbehälters	0,873 cbm
„ „ zweiten „	1,420 „
„ eines Kondensators	2,120 „
Durchmesser der Luftpumpen	550 mm
Kolbenhub	350 „
Durchmesser der Kurbelwelle in den Lagern	400 „
Länge der Kurbelwelle in den Lagern	775 „
Grösster Durchmesser der Kurbelwelle	400 „
Durchmesser der Kurbelzapfen	250 „
Länge der Kurbelzapfen	260 „
Durchmesser der Kreuzkopfzapfen	200 „
Länge der Kreuzkopfzapfen	250 „
„ „ Treibstangen	4125 „
Mittlerer Durchmesser der Treibstangen	215 „

Die in Fig. 40 ersichtlichen Diagramme lassen die Arbeitsweise der Maschine erkennen.

Die liegende Tandemverbundmaschine hat Cylinder von 650 bezw. 1100 mm Durchmesser für 1350 mm gemein-

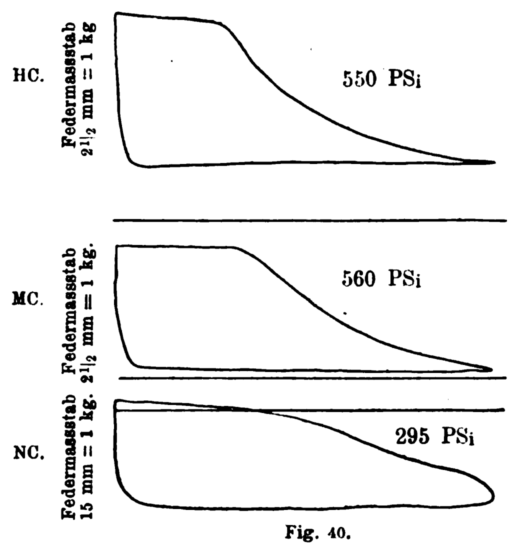


Fig. 40.
Dampfspannung 11 kg/qcm. Luftleere 69 cm. Minutl. Umdrehungszahl 72.

samen Kolbenhub; sie läuft mit 80 minutlichen Umdrehungen und entwickelt bei 9 $^{kg}/_{qcm}$ Admissionsspannung und 0,06 Gesamtfüllung 850 PSi.

Der Hochdruckcylinder ist am Maschinenrahmen befestigt und durch ein Zwischenstück mit dem hinterliegenden Niederdruckcylinder verbunden. Beide Cylinder stützen sich auf Gleitflächen der Grundplatte, die geringe Längsbewegungen der Cylinder gestattet.

Zur Dampfverteilung des Hochdruckcylinders mit vier im unteren Teile desselben angeordneten Corliss-Schiebern dient eine auslösende Steuerung, System *Dujardin*, der vorbesprochenen Bauart.

Der ebenfalls mit vier Corliss-Schiebern arbeitende Niederdruckcylinder hat feste Füllungen.

Die Cylinder sind, wie auch der zwischenliegende Behälter, von Heizmänteln umgeben, die von frischem Kesseldampf bezw. expandiertem Dampf durchströmt werden.

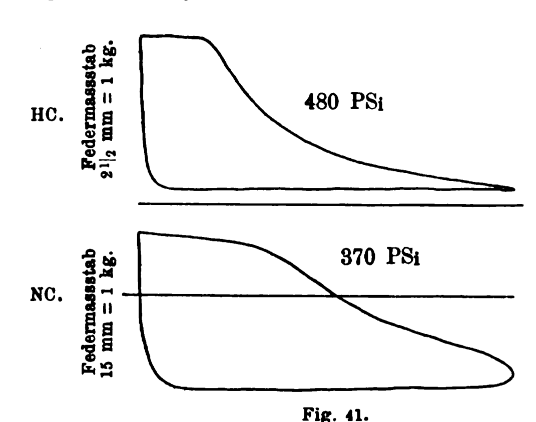


Fig. 41.
Dampfspannung 9 kg/qcm. Luftleere 69 cm. Minutl. Umdrehungszahl 80.

Die stehende, einfach wirkende Luftpumpe des Kondensators hat 700 mm Durchmesser und 350 mm Kolbenhub; sie wird mittels Schwunghebels vom Kreuzkopfzapfen aus betrieben. Die Bauart des Kondensators mit Hilfseinspritzung und zwei Sicherheitsventilen ist dieselbe, wie sie bei der Dreifach-Expansionsmaschine besprochen wurde.

Ein in die Abdampfleitung des Niederdruckcylinders eingeschaltetes Wechselventil ermöglicht das Arbeiten der Maschine mit oder ohne Kondensation.

Die hohle Schwungradwelle, die Kurbel, wie auch die Kurbel- und Kreuzkopfzapfen, ferner die Kolbenstangen sind aus Martin-Stahl hergestellt.

Fig. 41 zeigt an der Maschine abgenommene Diagramme.

Die mit zwei unter 90° versetzten Kurbeln arbeitende liegende Verbundmaschine mit Kondensation hat Cylinder von 750 bezw. 1400 mm Durchmesser für 1650 mm gemeinsamen Kolbenhub; sie läuft mit 62 minutlichen Umdrehungen und leistet bei 6,5 $^{kg}/_{qcm}$ Dampfspannung und 0,077 Gesamtfüllung etwa 1200 PSi. Das zweiteilige Schwungrad hat 7 m Durchmesser und ist am Umfange mit 28 Rillen für 45 bis 48 mm starke Seile versehen; die Umfangsgeschwindigkeit beträgt 22,7 m. Die Verbindung der beiden Schwungradhälften geschieht an der Nabe durch kräftige Bolzen und zwei ohne Schweissnaht geschmiedete Stahlringe, am Radkranz mittels Flanschenverschraubung durch je acht Bolzen von 54 mm Durchmesser. Radkranz und Nabe sind durch eine doppelte Reihe von je 10 Armen miteinander verbunden.

Der Ungleichförmigkeitsgrad des Schwungrades ergibt sich zu etwa $^1/_{150}$.

Die übrigen Einzelteile der Maschine entsprechen denjenigen der vorbesprochenen Tandemverbundmaschine. Insbesondere wird die Dampfverteilung des Hochdruckcylinders wieder durch eine auslösende Steuerung, System *Dujardin*, geregelt. Der Niederdruckcylinder arbeitet mit fester Füllung.

Die ausgestellte liegende Verbundmaschine mit Kondensation von 300 PS unterscheidet sich nur in den Abmessungen der Einzelteile von der vorgenannten Verbundmaschine von 1200 PS. Der Hochdruckcylinder hat 430 mm, der Niederdruckcylinder 800 mm Durchmesser für 900 mm gemeinsamen Kolbenhub. Die normale Leistung von 300 PS entwickelt die Maschine mit 84 minutlichen Umdrehungen bei 6,5 $^{kg}/_{qcm}$ Admissionsspannung des Arbeitsdampfes und einer Gesamtfüllung von 0,083.

Das Schwungrad hat 4,5 m Durchmesser und ist mit 10 Rillen für Seile von 45 bis 48 mm Durchmesser versehen.

Der Ungleichförmigkeitsgrad ergibt sich zu etwa $^1/_{180}$.

(Fortsetzung folgt.)



Die Bestimmung der Fortpflanzungsgeschwindigkeit der Schwerkraftstrahlen mittels des Doppler'schen Prinzips.

Von **Rudolf Mewes**, Ingenieur und Patentanwalt.

I. Allgemeine Bemerkungen.

Bevor ich auf die von mir aufgefundene und meiner Ansicht nach vollständig einwandsfreie Bestimmungsmethode der Fortpflanzungsgeschwindigkeit der Schwerkraft oder besser der Schwerkraftstrahlen eingehe, möchte ich einige Bemerkungen über die Beurteilungen, welche meine über diesen Gegenstand handelnde Schrift *Die Fortpflanzungsgeschwindigkeit der Schwerkraftstrahlen und deren Wirkungsgesetze* (Berlin 1896. M. Krayn) erfahren hat, machen und an einem einzelnen Falle die Haltlosigkeit der mir gemachten Vorwürfe darthun. Ich führe gleich von vornherein an, dass Prof. Dr. *P. Drude* meine Ausführungen über die Schwerkraft in dem Vortrage, welchen er auf der 69. Versammlung deutscher Naturforscher und Aerzte in Braunschweig 1897 (Sektion Physik) über die verschiedenen Gravitationstheorien gehalten hat, trotz meiner brieflichen Bitte nicht erwähnt hat, und zwar aus dem Grunde nicht, weil er meine Behandlung des Schwerkraftproblems hätte absprechend beurteilen müssen. Eine absprechende Beurteilung, sofern sie auf sicheren Grundlagen fusst, würde mir sehr willkommen gewesen sein, und ist es noch heute, da mir ja dadurch die Gelegenheit gegeben wird, etwaige Mängel meiner Bestimmungsmethode kennen zu lernen und erforderlichenfalls beseitigen zu können.

Drude hat in seinem damals gehaltenen Vortrage, der in einer Beilage zu den *Annalen der Physik und Chemie*, N. F., 1897 Bd. 62, veröffentlicht ist, die heute geltenden Grundanschauungen über die Fern- und Nahewirkungen kurz zusammengestellt. Daselbst heisst es auf S. VI:

„Man findet meist die Ansicht ausgesprochen, dass reine Fernwirkungen etwas für den menschlichen Verstand Unfassbares seien, und man hat sich deshalb vielfach bestrebt, alle Fernwirkungen als nur scheinbare hinzustellen und sie auf Nahewirkungen zurückzuführen, entweder durch die Hypothese der Druckvermittelung oder der Stossvermittelung. Diese rein spekulative Betrachtung muss als eine notwendige erscheinen, sowie man durch die Erfahrung zu der Annahme genötigt wird, dass gewisse Zustandsänderungen der Materie auch irgend welche Aenderungen im Zustande des umgebenden Vakuums herbeiführen müssen.

Da es nun aber bei den reinen Fernwirkungen an einem materiellen Verbindungsgliede zwischen den aufeinander wirkenden Körpern fehlt, so hat man sich genötigt gesehen, um dem leeren Raume die Vermittlerrolle zuweisen zu können, ihn mit gewissen physikalischen Eigenschaften auszustatten. Um dieses besser zu motivieren, macht man dann die Hypothese, dass der Raum nie wirklich leer sei, sondern dass er mit einem feinen Stoffe, der nicht der Gravitationswirkung unterliegt (der imponderabel ist), dem sogen. Aether, stets angefüllt sei.

Es sind nun zwei Standpunkte zu unterscheiden: entweder legt man dem Aether, abgesehen von der Imponderabilität, qualitativ die gleichen Eigenschaften bei, die man direkt an der ponderabeln Materie beobachtet, fasst ihn also als feinen elastischen oder flüssigen Stoff, der (bei der Druckvermittelungshypothese) kontinuierlich oder (bei der Stossvermittelungshypothese) diskontinuierlich verteilt ist, oder man legt dem Aether wesentlich andere Eigenschaften als der Materie bei, die lediglich zweckmässig so gewählt sind, um die thatsächlich beobachteten Fernwirkungen als nur scheinbare aus den Nahewirkungen deduzieren zu können."

Nach den vorstehenden Sätzen zu schliessen, ist der von *Robert Mayer* angefachte Kampf gegen die Imponderabilien, den er mit dem Schlachtruf: „Es gibt keine immateriellen Materien!" begann und durch seine genialen Arbeiten zu allermeist zum siegreichen Ende führte, selbst in Fachkreisen wirkungslos und spurlos geblieben. Was man unter einem feinen gewichtslosen oder imponderabeln Stoff zu verstehen hat, ist für den menschlichen Verstand etwas ebenso Unfassbares wie die reinen Fernwirkungen. Will man den Aether als den die Fernwirkungen vermittelnden Stoff annehmen, so muss man ihm sämtliche Eigenschaften des Stoffes, also auch die Eigenschaft der Schwere, lassen und auch die Grösse seines Gewichtes in der Raumeinheit zahlenmässig bestimmen. Eine Kraftübertragung ist, wie dem Ingenieur und Maschinenbauer in Fleisch und Blut übergegangen ist, nur durch materielle Vermittelung, nicht aber durch einen masselosen Stoff möglich. Eine Methode zur Bestimmung des spezifischen Gewichtes des Aethers habe ich in der Vibrationstheorie der Gase (*Licht-, Elektrizitäts- und X-Strahlen*, S. 66) angegeben, worauf hier hingewiesen sein mag.

Uebrigens ist die Schrift *Die Fortpflanzungsgeschwindigkeit der Schwerkraftstrahlen und deren Wirkungsgesetze* auch mehrfach in Zeitschriften, wie z. B. in den *Fortschritten der Physik* und in der *Naturwissenschaftlichen Rundschau*, absprechend und zwar in nicht streng sachgemässer Weise besprochen worden. Ich habe dazu im Anhang zu *Licht-, Elektrizitäts- und X-Strahlen* folgendes bemerkt.

Bezüglich der ironischen Wendungen in anonymen und nicht anonymen Besprechungen verweise ich ein für alle Mal auf folgende Zeilen in der Vorrede zur *Elementaren Physik des Aethers* S. IX: „Meine Lösung stimmt ja mit den Aether- oder Atomstosstheorien dem Kerne nach überein, von denen sie sich nur dadurch unterscheidet, dass sie konsequent Bezug nimmt auf die physikalisch-mechanische Wirkung der Wärme, wie diese durch *Crookes* experimentell glänzend nachgewiesen ist. Der von mir gemachte Erklärungsversuch der allgemeinen Massenanziehung kann ja vielleicht auf einem Irrtum beruhen, und ich werde, sobald mir dies durch klare, sachliche Gründe nachgewiesen wird, sofort bereit sein, meinen Irrtum einzugestehen, niemals jedoch apodiktischen Erklärungen, dass die gelieferte Lösung absurd sei — um nicht einen schlimmeren Ausdruck zu gebrauchen —, irgend ein Gewicht einräumen, am allerwenigsten aber, wenn dieselben ohne Gründe abgegeben werden. Ich habe den Mut meiner persönlichen Ueberzeugung und hege andererseits auch das Vertrauen, dass jeder Kritiker, der irgend eine wissenschaftliche Arbeit beurteilt, sich moralisch verpflichtet fühlt, nicht nur für zustimmende, sondern in noch viel höherem Masse für absprechende Urteile vollwichtige Gründe anzuführen. Fast in allen Fällen, wo ein Kritiker dieser Anstandspflicht nicht genügt, kann man demselben mit Fug und Recht die Worte des *Marcellus* im Hamlet zurufen: ‚Etwas ist faul im Staate Dänemark'. Statt im Sinne eines solchen Kritikers, vorausgesetzt natürlich, dass derselbe keine Phantomarbeit geliefert hat, weise und gescheit zu sein, ziehe ich vor, mit *Huyghens* und den übrigen Forschern, welche eine mechanische Erklärung der Gravitationserscheinungen versucht haben, zu irren."

Diese aus dem Jahre 1886 stammende, gegen einen bekannten, seit längeren Jahren verstorbenen Berliner Elektrotechniker gerichtete Bemerkung zur Abwehr hat auch heute noch Geltung für die mir bekannt gewordenen Angriffe auf meine Erklärung der Schwerkraft; denn nirgends ist der Nachweis geführt, dass die auf dem *Doppler*'schen Prinzip beruhende Bestimmungsmethode der Fortpflanzungsgeschwindigkeit prinzipiell falsch ist; ja ein solcher Nachweis ist nicht einmal versucht, sondern nur, wie z. B. in den *Fortschritten der Physik*, die Richtigkeit der von mir gefundenen Zahlen angezweifelt worden. Namentlich ist bemängelt worden, dass die von mir gefundenen Grenzwerte der Fortpflanzungsgeschwindigkeit der Schwerkraft, nämlich 667 000 000 bezw. 275 000 000 m in der Sekunde zu gross sind, als dass sich daraus auf

eine mittlere Geschwindigkeit von 464 000 000 m schliessen lassen könne. Ich bemerke dazu, dass die Beobachtungswerte über die Rotationsgeschwindigkeit der sonnennahen und der sonnenfernen Planeten, wie Merkur und Venus bezw. wie Uranus und Neptun, nicht sicher sind, und Abweichungen dieser Grössen derartige Beobachtungsfehler als erklärlich erscheinen lassen.

Ferner bemerke ich in sachlicher Beziehung, dass die gegen mich ins Feld geführten mathematisch-astronomischen Resultate von *v. Oppolzer, Lehmann-Filhes, J. v. Hepperger, Oppenheim, Levy* zwischen so weiten Grenzen schwanken, dass ein geschulter Physiker oder Astronom diese Rechnungsergebnisse nicht unter einen Hut bringen und nicht als vollgültiges Beweismaterial gegen Zahlenwerte anführen kann, welche nach einer rein physikalischen und bisher noch nicht widerlegten Methode gefunden sind. Es wird bemängelt, dass die von mir ermittelten Werte für die Fortpflanzungsgeschwindigkeit der Schwerkraftstrahlen zwischen zu weiten Grenzen schwanken, ohne auf die möglichen Abweichungen infolge der Beobachtungsfehler auch nur im geringsten Rücksicht zu nehmen. Die oben mir entgegengehaltenen Rechnungsergebnisse schwanken jedoch zwischen noch weiteren Grenzen, wie dem Beurteiler entgangen zu sein scheint. Ich lasse diese Resultate nach *P. Drude, Wied. Ann.*, N. F. Bd. 62 (Beilage S. 25 bis 29) folgen:

„Die Entdeckung einer endlichen Fortpflanzungsgeschwindigkeit der Gravitation wäre von höchster Bedeutung für die Auffassung derselben als Nahewirkung. Um eine Fortpflanzungsgeschwindigkeit konstatieren zu können, müssen solche Fälle untersucht werden, bei denen die Intensität der Gravitation zeitlich variiert. Da nun die Masse eines Körpers stets unveränderlich ist, so können hier nur schnelle relative Bewegungen der Körper in Betracht kommen. In der That hat man aus den Bewegungen der Himmelskörper Schlüsse auf die Fortpflanzungsgeschwindigkeit der Gravitation zu ziehen versucht, wobei man besonders den Einfluss auf säkuläre Aenderungen diskutiert, weil dieser allein beobachtbare Grösse erreichen kann. Ueber die Art und Weise aber, wie man den Einfluss einer endlichen Fortpflanzungsgeschwindigkeit in die Rechnung einführen soll, kann man noch verschiedener Ansicht sein; zum Teil geschieht es nach dem Vorgange von *Laplace* analog, wie man aus der Aberration das Verhältnis der Lichtgeschwindigkeit zur Erdgeschwindigkeit bestimmt. Nach dieser Vorstellung müsste bei einer endlichen Fortpflanzungsgeschwindigkeit der Gravitation eine Störungskomponente in der Bewegung eines Himmelskörpers hervorgerufen werden, welche senkrecht zu der ihn mit der Sonne verbindenden Geraden liegt, und die proportional dem Verhältnis seiner Geschwindigkeit zu der Fortpflanzungsgeschwindigkeit der Gravitation ist.

So schloss zuerst *Laplace* aus der Mondbewegung, dass *die Gravitation mindestens 10 Millionen Mal schneller als das Licht sich fortpflanzen müsse.* Man wird aber diesem Schlusse in Anbetracht der Schwierigkeit, die die mathematische Berechnung der Mondbewegung schon wegen des grossen Einflusses des normalen Störungskomponenten bietet, *kein allzu grosses Gewicht beilegen dürfen.* Auch ist der mathematische Ansatz der Berechnung von *Laplace* nicht über jeden Zweifel an seiner Berechtigung überhoben.

In seinem Vortrage auf der Naturforscherversammlung in Salzburg schloss *Th. v. Oppolzer*, dass wegen der Unvollständigkeit der Mondtheorie dieselbe noch keinen Prüfstein für seine Untersuchungen über das *Newton*'sche Gesetz abgeben könne; eher sei dies aus den Störungen der Planetenbewegungen möglich. So sind die Bewegungsanomalien des Merkur, des *Enke*'schen und *Winnecke*'schen Kometen aus der instantan fortgepflanzten Gravitation der Sonne und der übrigen Planeten nicht zu erklären. Nach *Le Verrier* soll der Merkur durch eine kleine Masse nahe der Sonne gestört werden. Einerseits würde dieselbe aber nicht für die Störung des *Enke*'schen Kometen ausreichend sein, andererseits hat man eine solche Masse vor der Sonnenscheibe noch nicht sicher konstatieren können. *Oppolzer* hält es nun für möglich, dass störende Massen in feinster Verteilung im Weltraume existieren, wie ja auch das Vorhandensein von Sternschnuppen, der Korona, dem Zodiakallicht wohl wahrscheinlich macht. Solche Massen könnten die Hauptanomalien in der Bewegung des Merkur und des *Enke*'schen Kometen erklären, ohne dass man vom *Newton*'schen Gesetz in seiner gewöhnlichen Fassung abzugehen braucht. Dieser Meinung schliesst sich auch *Tisserand* an. — Um die Anomalie des *Winnecke*schen Kometen zu erklären, würde wohl die Annahme einer endlichen Fortpflanzungsgeschwindigkeit der Gravitation nahezu ausreichend sein. Diese würde dann aber für die Planeten zu grosse Störungen bewirken, wie sie nicht beobachtet werden. — Schliesslich macht *Oppolzer* noch auf ein Bedenken aufmerksam, welches bei Beurteilung aller säkulären Störungen wohl im Auge zu behalten ist: *Wir haben keine Garantie dafür, dass unser Zeitmass stets genau konstant geblieben ist. Durch die Flutwelle kann die Tagesdauer verlängert, durch Kontraktion der Erde kann sie verkürzt werden.*

Bei dem (von *Laplace* abweichenden) Rechnungsansatz von *Lehmann-Filhes* entsteht die Schwierigkeit, dass die absolute Bewegung der Sonne im Raume für die Beurteilung des Einflusses einer endlichen Fortpflanzungsgeschwindigkeit der Gravitation von Gewicht ist. Man kann allerdings das allgemeine Resultat ableiten, dass bei Annahme der letzteren wohl Anomalien in der Perihelbewegung der Planeten zu erklären seien, bindende Schlüsse sind aber so nicht zu gewinnen.

Mit einem, dem *Laplace*'schen ähnlichen Rechnungsansatz gelangt *J. v. Hepperger* zu dem Resultat, dass *die Gravitation mindestens 500mal schneller als das Licht sich fortpflanzen müsse*, weil sonst Widersprüche mit astronomischen Thatsachen entständen.

Eine gute Uebersicht über diese hier und im folgenden Abschnitt besprochenen Untersuchungen ist von *Oppenheim* gegeben. Aus der Bewegung der mittleren Länge der Erdbahn berechnet der Verfasser, dass die Fortpflanzungsgeschwindigkeit der Gravitation mindestens 12 Millionen Mal grösser als die Lichtgeschwindigkeit sein müsse.

Um die säkuläre Störung des Merkurperihels zu erklären, sind mehrfach Versuche gemacht worden, die Form des *Newton*'schen Gesetzes abzuändern.

Zunächst möchte ich hier die Rechnungen erwähnen, die eines der bekannteren elektrodynamischen Fernkraftgesetze (*Weber*'sches, *Riemann*'sches, *Clausius*'sches, *Gauss*sches) benutzen. Man könnte diese Rechnungen in gewisser Weise auch als Versuche ansehen, eine endliche Fortpflanzungsgeschwindigkeit der Gravitation mit Hilfe eines anderen Ausgangspunktes der Rechnung, als sie oben genannt ist, nachzuweisen. Denn es ist ein von *Gauss* ausgesprochener Gedanke, die elektrodynamischen Kräfte aus der endlichen Fortpflanzungsgeschwindigkeit der statischen Wirkung abzuleiten. Versuche sind dazu gemacht worden von *Riemann* und (mit mehr Erfolg) von *C. Neumann.*

Die Berechnung der Planetenbewegung auf Grund derartig erweiterter Kraftgesetze sind ausgeführt worden von *Holzmüller, Tisserand, Servus, Levy.* Aus diesen Gesetzen lassen sich zwar Anomalien der Perihelbewegung ableiten, gibt man aber der in diesen Gesetzen auftretenden sogen. kritischen Geschwindigkeit den Wert der Lichtgeschwindigkeit, so folgt weder nach dem *Weber*'schen, noch *Riemann*'schen, noch *Gauss*'schen, noch *Clausius*'schen Gesetze die bisher unerklärte säkuläre Perihelbewegung des Merkurs in ihrem vollen, der Beobachtung entsprechenden Werte von etwa 41″. Würde man, um letzteren Betrag zu erreichen, jene kritische Geschwindigkeit aber noch erheblich kleiner als die Lichtgeschwindigkeit annehmen, so würden für die anderen Planeten bisher unbeobachtete Anomalien folgen. Nur bei einer Kombination des *Weber*schen und des *Riemann*'schen Gesetzes kann man, wie *Levy* zeigte, die Bewegungsanomalie des Merkur berechnen, ohne bei den anderen Planeten mit der Beobachtung auf Widersprüche zu stossen."

Die von mir benutzte Methode zur Bestimmung der Fortpflanzungsgeschwindigkeit der Schwerkraftstrahlen führt auf das *Weber*'sche Grundgesetz und zu der gleichen Geschwindigkeit (Lichtgeschwindigkeit), wie nach den zuletzt genannten Gesetzen von *Weber* und *Riemann.* Es ist mir daher nicht recht verständlich, warum meine Bestimmungs-



methode der Naturforscherversammlung verschwiegen wurde. Dagegen hat Prof. *Raoul Pictet*, dessen Arbeit über das Schwerkraftproblem mit Recht nicht unerwähnt geblieben ist, meine Bestimmungsmethode, als wir uns bei unserem ersten Zusammentreffen neben anderen Fragen auch über dies Problem unterhielten, als wirklich wertvoll und wichtig anerkannt. In ebenso rückhaltloser Weise ist dies schon im Anfang der 90er Jahre von meinem alten Wissenschaftsfreund *Th. Schwartze* geschehen, wie sich aus den Auseinandersetzungen des nächsten Abschnittes über die Bestimmung der Fortpflanzungsgeschwindigkeit mittels des *Doppler*'schen Prinzips ergibt.

II. Bestimmung der Geschwindigkeit der Schwerkraftstrahlen mittels des Doppler'schen Prinzips.

In dem allen Freunden gediegener Naturforschung zu empfehlenden, allerdings eigenartig geschriebenen Werke *Grundgesetze der Molekularphysik* (Leipzig. Verlagsbuchhandlung von J. J. Weber, 1896) schreibt *Schwartze* auf S. 16 mit Bezug auf das bereits S. 295 bis 297 d. Bd. besprochene *Doppler*'sche Prinzip: „*Doppler* stellte im Jahre 1842 das Prinzip auf, dass man einen Ton höher hört, als er an und für sich durch seine Schwingungszahl ist, wenn Tonquelle und Ohr sich einander nähern, dass aber dagegen der Ton tiefer gehört wird, als er ist, wenn Tonquelle und Ohr sich voneinander entfernen.

Eine analoge Erscheinung ist von dem Astronomen *Huggins* bei Anwendung der Spektroskopie zur Untersuchung des Sternenlichtes entdeckt worden, wodurch es ermöglicht wird, die Bewegung von Sternen in der Richtung der Sehlinie zu messen. Es ist nämlich von dem genannten Forscher bemerkt worden, dass z. B. die Linie des Wasserstoffes, welche durch das Licht eines Sternes im Spektroskop sichtbar wird, eine geringe Verschiebung nach der einen oder anderen Seite erleidet, je nachdem der Stern sich der Erde nähert oder sich von der Erde entfernt, indem dadurch die Schwingungszahl des Lichts, welche gegen die betreffende Stelle des Spektrums wirkt, sich vermehrt oder vermindert. Die Theorie dieser Untersuchungsmethode ist durch Beobachtungen der Sonne bestätigt worden. Da die östliche Seite der Sonne infolge der Erdrotation sich der Erde etwas nähert, während die westliche Seite sich etwas von der Erde entfernt, so wird ein entsprechender Unterschied in den Spektren der beiden Sonnenseiten bemerkbar, und die Rechnung hat gezeigt, dass diese Aenderung einer Geschwindigkeit entspricht, welche mit der Rotationsgeschwindigkeit übereinstimmt.

Bezüglich der Schwerkraftswirkung, sowie der elektrischen und magnetischen Wirkung gilt dasselbe Gesetz, sobald andere Geschwindigkeiten, d. h. andere Kräfte mit in das Spiel eintreten.

Was insbesondere die Theorie der elektrischen Induktion anbelangt, so ist diese von *Neumann* auf das *Lenz*'sche Gesetz und auf die von *W. Weber* erfahrungsmässig festgestellte Thatsache begründet worden, dass die Induktion der Geschwindigkeit direkt proportional ist, mit welcher sich der induzierende Draht der Induktionsspule nähert.

Bezüglich der Schwerkraftswirkung ist aber die Induktion um so schwächer, mit je grösserer Geschwindigkeit ein Massenelement sich vertikal aufwärts bewegt, denn bei einer Wurfgeschwindigkeit von etwa 11300 m würde das in dieser Richtung bewegte Massenelement überhaupt der Schwerkraftswirkung entzogen werden und nicht wieder zur Erde zurückkehren, so dass kein entgegengesetzter Induktionsstrom zu stande kommt, luftleeren Raum natürlich vorausgesetzt. Bei abwärts gehender Wurfgeschwindigkeit wird dagegen das Schwerkraftsfeld von der der Schwerkraftsentwickelung vorauseilenden Masse um so stärker induziert, denn die Schwerkraft muss dabei in der Zeiteinheit ihre Beschleunigung in einer um so längeren Kraftstrecke entwickeln, je grösser die Anfangsgeschwindigkeit des ihr vorauseilenden Massenelementes ist, oder mit welcher das Massenelement sich dem Erdmittelpunkte nähert. *Je grössere Geschwindigkeit die Schwerkraft entwickelt, desto geringer ist ihr Druck, d. h. ihre Beschleunigung. Es gilt also das sogen. Doppler'sche Prinzip bezüglich der Schwere in analoger Weise wie für die elektrische Wirkung.*"

Die vorstehenden Auseinandersetzungen sind ja recht klar und sehr schön, dieselben besitzen aber leider den recht fatalen Fehler, dass *Schwartze* zu erwähnen vergessen hat, dass die Anwendung des *Doppler*'schen Prinzips auf die elektrischen und magnetischen Erscheinungen und auf die Schwerkraftstrahlen von mir schon im Jahre 1892 in der *Neuzeit* veröffentlicht worden und ihm selbst nicht nur diese Anwendung, sondern auch die dadurch gebotene Möglichkeit, die Fortpflanzungsgeschwindigkeit der Schwerkraft experimentell zu bestimmen oder zu berechnen, im Jahre 1893 in meiner damaligen Wohnung in der Steinmetzstrasse mitgeteilt und ihm dort 1894 sogar ein Exemplar meines Buches ***Kraft und Masse*** (Elementare Physik des Aethers) überreicht worden ist, in dessen zweitem Teile meine diesbezüglichen Aufstellungen S. 13 bis 16 und S. 23 klipp und klar auseinander gesetzt sind. Ich habe bereits vor Jahren, wie ich schon in der Abhandlung über die Schwerkraftstrahlen S. 46 erwähnt habe, in Gegenwart meines Bruders *Schwartze* darauf aufmerksam gemacht, dass er bezüglich der Anwendung des *Doppler*'schen Prinzips gegen mich nicht gerecht verfahre, da diese Resultate von mir herrühren und er mich nicht erwähnt habe. Hierauf erklärte *Schwartze*, dass er mich sicher erwähnt hätte und, wenn dies nicht der Fall wäre, so könne es nur durch ein Versehen weggelassen oder, wie er sich ausdrückte, unter den Tisch gefallen sein. Ich glaubte dies und hoffte, dass bei nächster Gelegenheit dies Versehen wieder gut gemacht werden würde; indessen ist dies bis auf den heutigen Tag nicht geschehen, und ich fürchte, dass es überhaupt nicht geschehen wird. *Drude* will meine Arbeit über das Gravitationsproblem nicht erwähnen, weil er sie absprechend beurteilen müsste, *Schwartze* erwähnt sie ebenfalls nicht, trotzdem oder vielleicht gerade weil er sie für richtig hält und in seiner oben erwähnten Schrift eingehend begründet. Die Wirkung ist in beiden Fällen dieselbe: ich werde totgeschwiegen. Dies soll jedoch auf die Dauer nicht gelingen, wenigstens so lange nicht, als ich noch in ungeschwächter Kraft und Frische die Feder führen kann. Doch nunmehr zur Sache selbst.

Nach *Elementare Physik des Aethers*, Teil II S. 33, gilt auch für die Schwerkraftstrahlen das *Doppler*'sche Prinzip. Ist nun u die Summe der Bahn- und Rotationsgeschwindigkeit eines Planeten, u_1 die Rotationsgeschwindigkeit der Sonne, so sind die relativen Geschwindigkeiten, welche die anziehenden Massen in den verschiedenen Phasen der Bewegung infolge der Richtungsänderungen gegeneinander haben

1. $+$ und $+$: $\quad u - u_1$
2. $-$ „ $-$: $\quad -(u - u_1)$
3. $+$ „ $-$: $\quad u + u_1$
4. $-$ „ $+$: $\quad -(u + u_1)$.

Während einer Sekunde wird also, wenn vom Planeten m, von der Sonne m_1 Schwerkraftstrahlen bezw. Schwerkraftstrahlenmengen ausgesandt werden und diese im freien Aether mit der Geschwindigkeit $\pm c$ sich fortpflanzen, nach dem *Doppler*'schen Prinzip eine von der Sonne kommende Welle sich mit

$$m\left(1 + \frac{u - u_1}{2c}\right)$$

Wellen des Planeten und umgekehrt gleichzeitig eine solche des Planeten sich mit

$$m_1\left(1 + \frac{u - u_1}{2c}\right)$$

Wellen der Sonne zusammensetzen, so dass bei der relativen Geschwindigkeit $+(u - u_1)$ infolge der Wechselseitigkeit der Massenanziehung oder Strahlung die Gesamtzahl der einander zugesandten Wellen dem Produkte

$$m\,m_1\left(1 + \frac{u - u_1}{2c}\right)^2$$

proportional ist. Ganz entsprechend erhält man für die Gesamtzahl der Schwingungen bei der relativen Geschwindigkeit

$$-(u - u_1): \quad m\,m_1\left(1 - \frac{u - u_1}{2c}\right)^2$$

$$u + u_1: \quad -m\,m_1\left(1 + \frac{u + u_1}{2c}\right)^2$$

$$-(u + u_1): \quad -m\,m_1\left(1 - \frac{u + u_1}{2c}\right)^2.$$

Nach den in *D. p. J.* in „Das Rätsel der Gravitation“ angeführten Versuchen von *Crookes* ist aber die anziehende oder abstossende Wirkung der Aetherschwingungen der Intensität, d. h. der Zahl der ausgesandten Schwingungen direkt und wegen der Intensitätsabnahme dem Quadrate der Entfernung der ausstrahlenden Körper umgekehrt proportional, und folglich erhält man für die mechanische Wirkung der Wellen in den angeführten vier Sonderfällen

$$1.\quad \frac{m m_1}{r^2}\left(1+\frac{u-u_1}{2c}\right)^2,$$

$$2.\quad \frac{m m_1}{r^2}\left(1-\frac{u-u_1}{2c}\right)^2,$$

$$3.\quad -\frac{m m_1}{r^2}\left(1+\frac{u-u_1}{2c}\right)^2,$$

$$4.\quad -\frac{m m_1}{r^2}\left(1-\frac{u+u_1}{2c}\right)^2.$$

Die algebraische Summe aller dieser vier Wechselwirkungen ist dann die Wirkung der Sonne und des Planeten aufeinander; diese Summe ist, wie man sich leicht durch Ausquadrierung und Addierung der gleichnamigen Glieder überzeugen kann, gleich

$$\frac{m m_1}{r^2}\cdot\left(-\frac{8 u u_1}{4c^2}\right).$$

Nun ist aber die Zahl der Wellen oder die Wellenmenge, welche ein Körper ausstrahlt, oder sein Emissionsvermögen, wie in einer besonderen Arbeit über Wärmeemission und -transmission gezeigt werden soll, der Körpermasse proportional; man kann also in vorstehender Formel für die Wellenzahlen m und m_1 ohne weiteres die Massenzahlen einsetzen. Dann ist also der gegenseitige Massenzug der Sonne und des Planeten aufeinander

$$G=\frac{-m m_1}{r^2}\cdot\frac{8 u u_1}{4c^2}=\frac{-m m_1}{r^2}\cdot\frac{2 u u_1}{c^2},$$

folglich die auf die Masseneinheit des Planeten von der Sonne allein ausgeübte Massenanziehung, die Hälfte des wechselseitigen Druckes, oder richtiger der dadurch bedingten Beschleunigung

$$\gamma=-\frac{1}{2}\cdot\frac{m_1}{r^2}\cdot\frac{2 u u_1}{c^2}=-\frac{m_1}{r^2}\cdot\frac{u u_1}{c^2}.$$

Nun ist aber, wenn v die Bahngeschwindigkeit des Planeten ist, nach der *Huyghens*'schen Zentripetal- oder Zentrifugalformel

$$\gamma=\frac{v^2}{r};$$

also ist

$$\frac{v^2}{r}=-\frac{m_1}{r^2}\cdot\frac{u u_1}{c^2}$$

oder

$$c^2=-\frac{m_1}{r}\cdot\frac{u u_1}{v^2};$$

es ist aber

$$r=\frac{vT}{2\pi},$$

worin T die Umlaufszeit des Planeten um die Sonne in Sekunden bedeutet, also

$$c^2=-\frac{2\pi m_1 u u_1}{T v^2}$$

oder mit Fortlassung des Vorzeichens, das nur die Kraftrichtung anzeigt,

$$c=\sqrt{2\pi m_1 u_1}\cdot\sqrt{\frac{u}{T v^2}}.$$

In dieser Gleichung sind sämtliche Grössen auf der rechten Seite bekannt; es lässt sich also mit Hilfe derselben die Geschwindigkeit c der Schwerkraftstrahlen oder richtiger die Schwingungsgeschwindigkeit der einzelnen Wellen ermitteln.

Es ist

$$\pi=3{,}14159,\quad m_1=1{,}64\,.\,10^{24}\,.\,354592,$$
$$u_1=2028\text{ m}.$$

In der nachfolgenden Tabelle sind die Werte von $u=v+v_1$, T und v für die Planeten zusammengestellt, so dass der Leser die von mir für c berechneten Werte nachrechnen kann.

Tabelle (vgl. *Zenger*, Meteorologie der Sonne).

Planet	$T\times 86400$ Sekunden	v m	v_1 m	$u=v+v_1$ m
Merkur . . .	87,2693	47 327	1 034	48 361
Venus . . .	224,7008	84 630	454	35 084
Erde	365,2564	29 516	463	29 979
Mars	686,9796	23 863	244	24 107
Jupiter . . .	4332,5882	12 924	12 491	25 415
Saturn . . .	10759,2364	9 584	10 541	20 125
Uranus . . .	30688,3904	6 730	3 904??	10 634
Neptun . . .	60181,1132	5 390	3 000??	8 390

Aus der Formel

$$c=\sqrt{\frac{2\pi m_1 u_1}{86400}}\cdot\sqrt{\frac{u}{T v^2}}$$

erhält man

$$\log c=\frac{1}{2}\left(\log 2+\log\pi+\log m_1+\log u_1-\log 86400\right)$$
$$+\frac{1}{2}\left(\log u-[\log T+3\log v]\right)$$

und durch Ausführung der numerischen Berechnung bei den einzelnen Planeten für c die folgenden Zahlenwerte in Metern pro Sekunde.

Planet	Geschwindigkeit c in m pro Sekunde	Abweichung von der *Weber*'schen Konstante c = 450 000 000 m in %
Merkur	667 000 000	+38 %
Venus	566 000 000	26 „
Erde	522 000 000	16 „
Mars	469 000 000	4,2 „
Jupiter	481 000 000	7 „
Saturn	426 000 000	− 5,3 „
Uranus	311 000 000	−31 „
Neptun	275 000 000	−32 „
Mittel	464 000 000	+ 3,1 %

Der Mittelwert für die Planeten Erde, Mars, Jupiter, Saturn und Uranus, für welche die Geschwindigkeit des Aequatorpunktes ziemlich sicher bekannt ist, ist gleich 442 000 000 m, also nahezu gleich der *Weber*'schen Konstante, welche gleich 450 000 000 m ist. Ich bemerke zu den erhaltenen Resultaten, dass die Abweichungen von der *Weber*'schen Konstante einerseits auf der Ungenauigkeit der für Merkur, Venus, Uranus und Neptun ermittelten Rotationsgeschwindigkeiten, andererseits aber darauf beruhen, dass nicht das von der Beschleunigung abhängige Glied des *Doppler*'schen Gesetzes in Rechnung gezogen ist. Es ist dies absichtlich geschehen, um die erste Darstellung nicht zu verwickelt zu gestalten. Wie recht ich daran gethan habe, haben die Kritiken, welche über die vorliegende Anwendung des *Doppler*'schen Prinzips auf das Gravitationsproblem gefällt sind, deutlich genug bewiesen.

Allerdings rühren die mir bekannt gewordenen Beurteilungen, wenn man von *Pictet* und *Schwartze* absieht, nicht von anerkannten Fachleuten her, welche selbständig auf dem Gebiete der exakten Naturforschung gearbeitet haben, sondern von dem jüngeren Nachwuchs her, von dem wirkliche Leistungen noch nicht zu verzeichnen sind.

Die Berücksichtigung des von der Beschleunigung abhängigen Gliedes der *Doppler*'schen Formel ist nach den Versuchsangaben, welche man darüber in guten Lehrbüchern der Physik, wie z. B. von *Reis*, findet, nicht schwer und kann daher vorläufig noch als unerheblich unterbleiben, da jeder einigermassen vorgebildete Physiker und Ingenieur diese Korrektur selbst vornehmen kann. Das hier erhaltene Resultat genügt bereits zu einer annähernd richtigen Schlussfolgerung. Multipliziert man nämlich, wie die kinetische Gastheorie fordert und bei der Besprechung der Schwerkrafttheorie von *Isenkrahe* er-

wähnt ist, den oben gefundenen Wert von $c = 442\,000\,000$ m mit $^2/_3$, so erhält man 295000000 m, also einen der Lichtgeschwindigkeit sehr nahe kommenden Wert, während man aus dem Mittelwert sämtlicher Planeten 464000000 m, durch Multiplikation mit $^2/_3$ den etwas grösseren Wert 310000000 m erhält. Nach der Vibrationstheorie ist c die Geschwindigkeit der einzelnen Aetheratome auf ihrer elliptischen oder kreisförmigen Schwingungsbahn. Zu dieser Geschwindigkeit muss sich nach der sachlichen Auffassung die geradlinige Fortpflanzungsgeschwindigkeit verhalten wie die grosse Achse oder der Durchmesser zur Peripherie der ganzen Schwingungsbahn, also bei kreisförmigen Schwingungen wie $\frac{2r}{\pi}$ oder für $r = 1$ wie $\frac{2}{3{,}14159}$ oder rund wie $^2/_3$.

Die beiden von mir erhaltenen Zahlen für die Fortpflanzungsgeschwindigkeit der Schwerkraftstrahlen stimmen so nahe mit der Fortpflanzungsgeschwindigkeit der Licht- und Wärmestrahlen überein, dass namentlich mit Rücksicht auf das Ergebnis der von *v. Rebeur-Paschwitz* mit dem Horizontalpendel angestellten Versuche, bezüglich deren ich auf meine oben genannte Schrift verweise, kein Zweifel mehr bestehen kann, dass *die Schwerkraftstrahlen sich mit einer Geschwindigkeit von der Ordnung derjenigen der Wärmestrahlen ausbreiten.* Dies Resultat wird durch die Untersuchungen, welche ich schon vor Jahren (1886) in der *Zeitschrift des Deutschen Vereins zur Förderung der Luftschiffahrt* und im zweiten Teile von *„Elementare Physik des Aethers“* veröffentlicht habe, nicht nur bestätigt, sondern dient selbst wechselseitig zum Beweise für die Berechtigung der darin aufgestellten Ansicht, dass *die Massenanziehung nur eine besondere Wirkungsform der Aetherschwingungen der Wärme ist,* dass gerade diese Naturkraft allen anderen Kräften als erste Ursache zu Grunde liegt und die letzteren eben nur, je nach der Beschaffenheit des widerstehenden Mediums, uns bald als Licht, Elektrizität und molekulare oder auch allgemeine Anziehung der Massen erscheint.

Zum Schluss möchte ich noch kurz auf die direkte Bestimmung der Fortpflanzungsgeschwindigkeit der Schwerkraftstrahlen mit Hilfe des *Doppler*'schen Prinzips hinweisen. Die Theorie dieser Beobachtungen ist genau dieselbe, wie die von mir kürzlich besprochene Theorie der Versuche mit dem *Weber*'schen Erdinduktor; ausgeführt werden diese Versuche in der von *v. Rebeur-Paschwitz* für andere Zwecke angegebenen Weise mittels eines höchst empfindlichen *Stückrath*'schen Horizontalpendels. Obwohl ich schon seit Jahren das Verlangen habe, derartige Versuche auszuführen, ist mir dies mangels eines derartigen Horizontalpendels noch nicht möglich geworden. Sollte ich das Glück haben, in den Besitz eines solchen teuren Messapparates zu gelangen, so würde ich sofort direkte Beobachtungen über die Fortpflanzungsgeschwindigkeit der Schwerkraftstrahlen unter Zugrundelegung des *Doppler*schen Prinzips anstellen, also die soeben zur Ermittelung dieser Geschwindigkeit benutzten Wirkungen, welche die in Bewegung zu einander befindlichen Weltkörper unseres Sonnensystems aufeinander ausüben, in kleinerem Massstabe kopieren. Freilich werden in der Anordnung der Versuche aus praktischen Gründen einige Abänderungen getroffen werden müssen. In erster Linie muss der nur qualitative Versuch, welchen *W. Weber* für die statische Elektrizität vorgeschlagen und erst *Rowland* angestellt hat, auch für die allgemeine Massenanziehung ausgeführt werden, d. h. man muss mit Hilfe des verbesserten *Hengler*schen Horizontalpendels feststellen, ob eine bewegte Masse, am besten eine schwere, schnell rotierende Kugel, einen geringeren Ausschlag des Horizontalpendels hervorruft, als dies dieselbe Masse ruhend bewirkt. Erst dann ist zu genauen Messungen und zur Berechnung der Geschwindigkeit der Schwerkraftstrahlen nach dem *Doppler*'schen Prinzip überzugehen.

Neuere Acetylenentwickler und Zubehör.

(Fortsetzung von S. 626 d. Bd.)

Bei der *Vorrichtung zur Karbidzuführung* der *Gesellschaft für Heiz- und Beleuchtungswesen m. b. H.* in Heilbronn a. N. (D. R. P. Nr. 108594) ist am unteren Teile des Karbidzuführungsrohres eine sich selbstthätig schliessende und mit übergreifendem Rande versehene Klappe angeordnet, welche sich derart unter Wasser befindet, dass das Acetylen im Vergasungswasser nach oben geleitet wird, während der Füllung jedoch weder Gas entweichen, noch Luft zutreten kann.

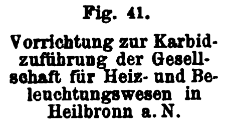


Fig. 41.

Vorrichtung zur Karbidzuführung der Gesellschaft für Heiz- und Beleuchtungswesen in Heilbronn a. N.

Das entweder selbstthätig oder mit Hand in den Entwickler einzuführende Karbid fällt durch das Rohr a (Fig. 41) der festen oder beweglichen Glocke, welches mit seinem unteren Ende sich im Wasser befindet, auf die um b drehbare Klappe c, wodurch diese geöffnet wird, und nach Abfallen des Karbids in den Entwickler d sich selbstthätig schliesst. Das sich entwickelnde Karbid steigt in den Pfeilrichtungen nach oben und wird durch das Rohr f nach dem Gassammler geleitet. Der überstehende Rand c_1 der Klappe c verhindert ein Eindringen des Gases in das Einfallrohr während des Betriebes und die Anordnung der Klappe unter Wasser ein Entweichen von Gas oder Eintreten von Luft während der Füllung. Es ist mithin ein vollkommen gasdichter Verschluss geschaffen.

Bei den Einrichtungen bei Acetylenentwicklern, bei welchen das Karbid in körniger oder zerkleinerter Form dem Wasser zugeführt wird, und bei welchen die Karbidabgabe dadurch erfolgt, dass das Abgaberohr beim Niedergange der Glocke in Abgabestellung, beim Hochgange derselben dagegen in Abschlussstellung sich befindet, war bisher das Abgaberohr mit der Glocke derart fest ver-

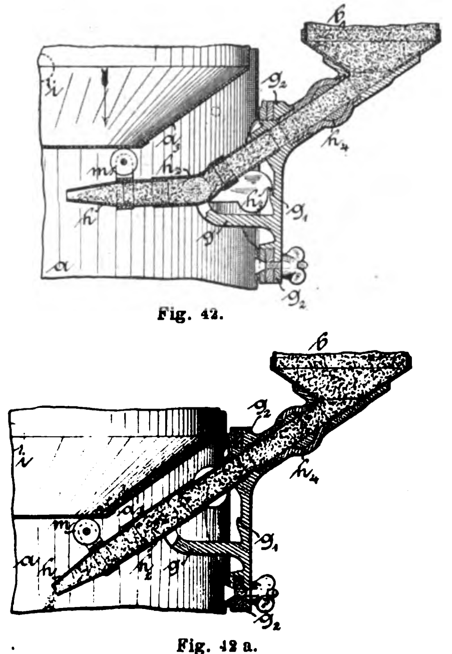


Fig. 42.

Fig. 42 a.

Karbidzuführung von Ross.



bunden, dass es von ihr zur Abgabestellung heruntergedrückt und zur Abschlussstellung in die Höhe gezogen wurde. Bei der *Karbidzuführung* von *J. Howard Ross* in Aston, England (D. R. P. Nr. 108 635), erfolgt nun der Rückgang des Rohres in Abschlussstellung selbstthätig, wodurch der Hub der Glocke von dem Abgaberohr unabhängig wird, und die Glocke nicht wie bisher nur so weit steigen kann, als es das Abgaberohr gestattet.

Die beiden Fig. 42 und 42a zeigen die Karbidabgabevorrichtung in Abschlussstellung und in Abgabestellung. b ist der Behälter für das einzuführende Karbid mit einem unteren Rohransatz, welcher gasdicht in den Cylinder a unterhalb des Verdrängers a_3 eingeführt ist, und mittels eines biegsamen Rohres h_2 in eine Abgaberinne h unter dem Verdränger endet. Die Abgaberinne h liegt in einem gegabelten, an seinem freien Ende belasteten Hebel (in der Zeichnung nicht dargestellt), der an einem Arm g der Tragplatte g_2 drehbar befestigt ist. Die belasteten Enden des Hebels besitzen Anschläge h_3, denen Nasen g_1 der Tragbalken g_2 entsprechen. Auf der Abgaberinne befindet sich eine Rolle m und am Zuführungsrohr des Karbidbehälters ein Abschlusshahn h_4 zur eventuellen Absperrung des Karbids.

Der Arbeitsgang ist aus den beiden Figuren deutlich zu ersehen: Tritt nämlich das entwickelte Acetylen durch das Rohr i aus und sinkt der Verdränger a_3, so berührt letzterer die Rolle m und drückt die Abgaberinne h herunter aus der in Fig. 42 dargestellten Stellung in die Stellung nach Fig. 42a, wodurch Karbid in das Wasser fällt und Gas erzeugt wird. Letzteres treibt den Verdränger a_3 in die Höhe, wodurch die Abgaberinne durch den Druck des Hebels wieder in die Stellung der Fig. 42 gelangt und die Karbidentladung aufhört, wobei jedoch auch ein weiteres Steigen der Abgaberinne durch die Nase h_3 und den Anschlag g_1 verhindert wird. Es ist ersichtlich, dass hierbei mit der unmittelbaren gasdichten Karbidzuführung in den Entwickler die Steigungshöhe des Verdrängers bezw. der Glocke unabhängig von der Abgaberinne ist und die Steigungshöhe der Glocke von letzterer nicht beschränkt wird.

Bei dem *Acetylenentwickler* von *C. V. Gustav Schmidt* in München (D. R. P. Nr. 108 943) wird die bekannte Thatsache, dass Aethylalkohol u. dgl. hemmend auf die Acetylenentwickelung wirkt, zu einer einfachen Vorrichtung benutzt, welche die wechselweise Zu- und Ableitung des Wassers und des hemmenden Aethylalkohols in der Weise bewirkt, dass beim Löschen der Lampe die Gasentwickelung sofort aufhört und umgekehrt, ohne dass ein Verlust an Karbid, Alkohol oder Wasser, oder ein Vermischen des letzteren mit dem Alkohol eintreten kann.

In Fig. 43 ist a der Karbidbehälter, welcher mit der unteren Düse o in ein Rohr b einmündet, das gegen eine auf der Achse c drehbare Trommel f gerichtet ist. Letztere besteht aus zwei halbkreisförmigen Kammern mit je einer unteren Oeffnung i, mit denen das Rohr b in der Weise kommuniziert, dass je nach Schwenkung der Trommel die eine oder die andere Oeffnung mit dem Rohr b in Verbindung tritt. In der einen der Kammern befindet sich Alkohol, in der anderen Wasser. Tritt nun dies Rohr b mit der mit Wasser gefüllten Hälfte der Trommel in Verbindung, so tritt durch das Rohr b Wasser zum Karbidbehälter und es entwickelt sich Gas, welches bei p abgeleitet wird. Behufs Unterbrechung der Gasentwickelung wird der Hahn p zugedreht und das sich entwickelnde Gas drückt nun das Wasser in Behälter zurück, worauf durch Drehung der Trommel die mit Alkohol gefüllte Hälfte mit b in Verbindung gebracht wird. Der Hahn in p wird hierauf geöffnet und der Alkohol überflutet das Karbid, die Gasentwickelung sofort vollkommen hemmend. Zur weiteren Gasentwickelung wird

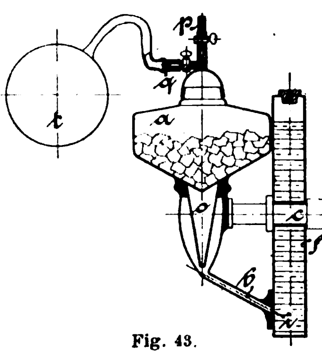


Fig. 43.
Acetylenentwickler von Schmidt.

mittels der Kautschukbirne t, welche bei q aufgesteckt ist, der Alkohol zurückgetrieben, die Abteilung mit Wasser mit b in Verbindung gebracht und die Gasentwickelung beginnt von neuem.

Die Acetylenentwickler mit Karbidzuführung müssen gewöhnlich sehr gross gebaut werden und beansprucht das Karbid bei denselben eine besondere Behandlung, da es zerkleinert, mit Petroleum gesättigt, oder in einer Reihe von Behältern, welche nacheinander entleert werden, untergebracht werden muss. Diese Schwierigkeiten werden zum grössten Teil bei dem *Acetylenentwickler* von *A. Molet* in Buenos-Ayres (D. R. P. Nr. 109 007) gehoben, da derselbe nur wenig Raum einnimmt und nur das Karbid einer Zerkleinerung auf Stücke von ungefähr Haselnussgrösse bedarf, welches im übrigen auf einmal ohne Abmessung eingeführt wird. Zugleich kann auch bei diesem Entwickler der zurückbleibende Kalk leicht beseitigt werden. Das Karbid wird bei diesem Entwickler durch Erschütterung eines geeigneten Bodens mittels eines elektrisch in Bewegung gesetzten Hammers nach und nach dem Wasser zugeführt.

Fig. 44 veranschaulicht den Entwickler im Schnitt. Das zerkleinerte Karbid wird in den luftdicht geschlossenen Behälter a, welcher unten mit einem Kanal h in Verbindung steht, eingebracht, welch letzterer bei i durch eine den Wasserbehälter $d\,d_1$ teilende Platte c führt. Die beiden Abteilungen $d\,d_1$ sind durch eine Röhre e miteinander verbunden. a besitzt einen derart geneigten Boden v, dass von demselben das Karbid nicht von selbst abgleiten, sondern das Abgleiten erst erfolgen kann, wenn der Boden erschüttert wird. Diese Erschütterung wird durch einen Hammer m bewirkt, welcher, wenn Karbid in das Wasser eingeführt werden soll, auf elektrischem Wege in Schwingungen versetzt wird, zu deren Regelung ein Schwimmer f dient, welcher mit einer durch eine kleine Röhre gehenden Stange r verbunden ist. Letztere trägt ein Kontaktstück o, welches den Strom schliesst oder unterbricht. Der Wasserbehälter $d\,d_1$ ist mit Wasser gefüllt; das nach Einführung von Karbid sich in d_1 entwickelnde Acetylen wird unter der Platte c aufgefangen und verdrängt eine entsprechende Menge Wasser durch die Röhre e nach der oberen Abteilung d, während das erzeugte Gas durch das Rohr g nach der Verbrauchsstelle geleitet wird. Bei Verminderung des Gasdruckes kehrt das verdrängte Wasser nach d_1 zurück. Der gebildete Kalk sinkt in d_1 zu Boden. Gemäss den Veränderungen des Wasserstandes in d_1 sinkt oder steigt der Schwimmer f, wobei beim Sinken des Wassers die Bewegung des Hammers unterbrochen und beim Steigen des Wassers, d. h. bei Verbrauch von Gas der Hammer wieder in Thätigkeit versetzt und durch das dadurch erzeugte Rütteln des Bodens v Karbid in das Wasser befördert wird. Steigt das Wasser in d zu hoch, so fliesst das überflüssige durch das Rohr p ab.

Fig. 44.
Acetylenerzeuger von Molet.

Das englische Patent Nr. 14713/1898 und das D. R. P. Nr. 98 174 betrifft Acetylenentwickler, bei welchen eine in mehrere Abteilungen zerlegte Karbidtrommel durch die Gasglocke bei deren Steigen und Fallen in Umdrehung versetzt und ihres Inhaltes entleert wird. Bei dem *Acetylenentwickler*

von *C. Demuth* in Zittau i. S. (D. R. P. Nr. 109040) wird zwischen der Glocke und der Trommel ein Sperrwerk eingeschaltet, durch welches die Trommel beim Steigen und Fallen der Glocke um ein bestimmtes Stück gedreht wird, und

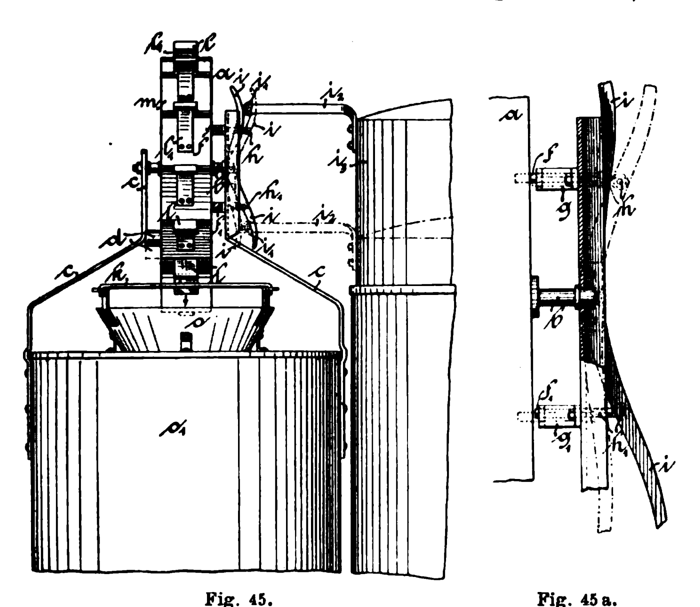


Fig. 45. Fig. 45a.

Acetylenentwickler von Demuth.

infolge der Anordnung der Trommel auf einer liegenden Achse die Zuführung des Karbids sicherer erfolgt, als durch Verwendung der mechanischen Hilfsmittel bei den beiden genannten Patenten. Hierbei dreht sich die Trommel infolge der in ihr befindlichen Karbidmenge und dient die Sperrvorrichtung nur dazu, ein Einhalten oder plötzliches Loslassen der Trommel zu bewirken. Ausserdem hat bei vorliegender Einrichtung die Gasglocke beim Steigen nur eine ganz geringe Arbeit zu verrichten, da sie einen zweiarmigen Hebel ganz allmählich verschiebt, da letzterer sich leicht um seinen Drehpunkt dreht, wobei ein Ein- und Ausschalten der Arretierstifte erfolgt. Die einzelnen Kammern der Trommel sind luftdicht verschlossen, so dass sich die Trommel in der freien Luft bewegen kann, während die Kammern bei den vorerwähnten Patenten offen sind, infolgedessen das Karbid leicht Feuchtigkeit ansaugt.

Die Trommel a (Fig. 45) ruht mit ihrer Achse b in den Lagern c und ist mit einem Gewicht d belastet, welches der in einer Abteilung entsprechenden Karbidmenge entspricht, so dass es das Bestreben hat, die gefüllte Trommel zu drehen. An dieser Drehung wird jedoch die Trommel für gewöhnlich durch die Stifte $f f_1$ verhindert, welche in Schlitzen der Trommel a angebracht sind. Diese Stifte $f f_1$ werden in den Führungen $g g_1$ (Fig. 45a) verschoben und stehen zu diesem Zwecke mit einem zweiarmigen Hebel durch Gelenke $h h_1$ in Verbindung. Gegen den Hebel i legt sich eine Rolle i_1, welche von einem Arm i_2 der Gasglocke i_3 getragen wird. Steigt nun die Glocke auf und nieder, so nimmt der zweiarmige Hebel i abwechselnd die durch volle und punktierte Linien dargestellte Lage ein, wobei die Stifte $f f_1$ abwechselnd in die entsprechenden Schlitze der Karbidtrommel eindringen. Greift der untere Stift f_1 in einen Schlitz ein, während der obere Stift f keinen Eingriff mit der Trommel hat, so verstellt sich letztere, der Einwirkung des Gewichtes folgend so weit, als es die Länge des Schlitzes zulässt. Hierbei trifft dann eine Klinke l die Stange k, wodurch die Feder l_1 des getroffenen Deckels m frei und der betreffende Behälter geöffnet wird. Das in dem betreffenden Behälter m befindliche Karbid fällt hierauf in den Trichter o des Wasserbehälter o_1 und wird durch einen unter der Oeffnung o im Wasserbehälter befindlichen Kegel seitlich abgeführt, um ein Anhäufen des Karbids zu verhüten. Hat das Gewicht d die tiefste Lage eingenommen, so wird es durch die noch gefüllten Karbidbehälter nach der anderen Seite gehoben.

(Fortsetzung folgt.)

Kleinere Mitteilungen.

Verstellbarer Zeichentisch „Parallelo“.

Wir hatten bereits in Bd. 314 S. 111 Gelegenheit genommen, diesen Zeichentisch eingehend zu beschreiben. Trotz seiner praktischen Konstruktion konnte sich derselbe aber das Feld nicht in gewünschter Weise erringen, da der Preis ein zu hoher war (325 bezw. 350 M.).

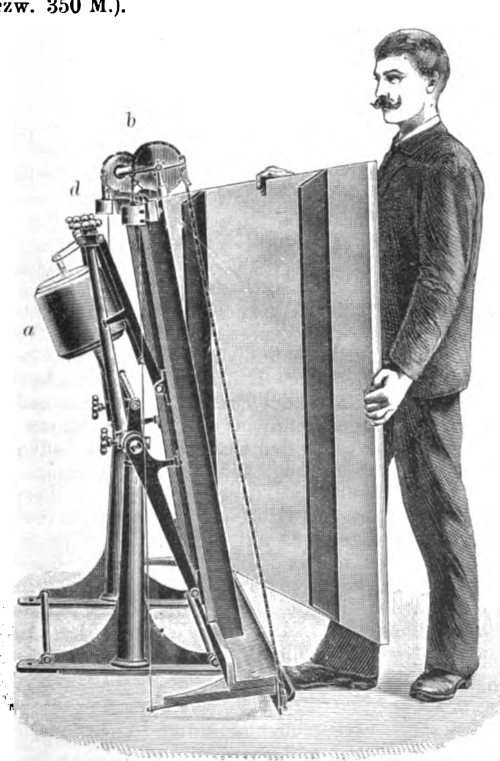


Fig. 2.

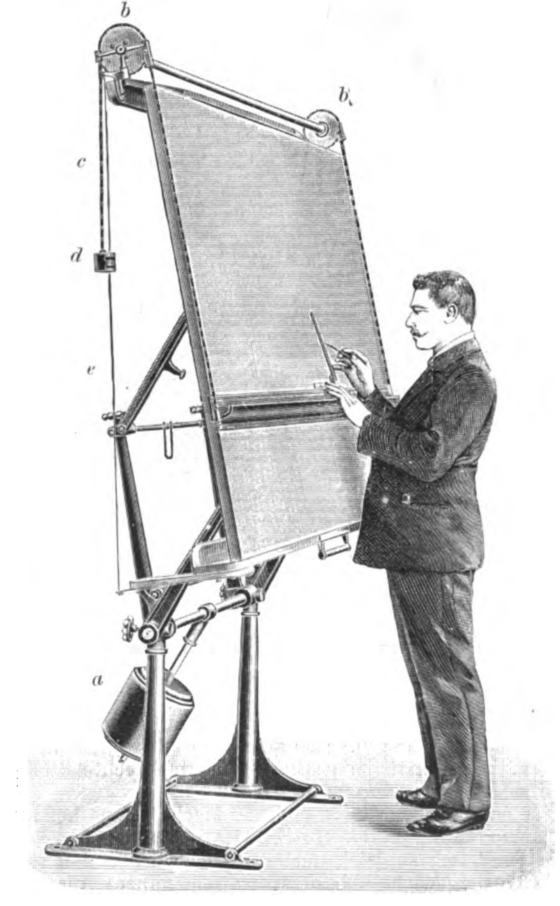


Fig. 1.

Dieses veranlasste nun *A. Martz* in Stuttgart, eine weitere Ausgabe desselben in den Handel zu bringen, welche, wie die Fig. 1 bis 3 zeigen, ähnlich dem seitherigen Parallelo-Zeichentisch ist, nur hat derselbe insofern eine Aenderung erfahren, als der Tisch statt einem, jetzt zwei Füsse hat und infolgedessen nicht mehr wie bisher in seinem Fusse drehbar ist. Dagegen ist der Preis um über 1/3 reduziert.

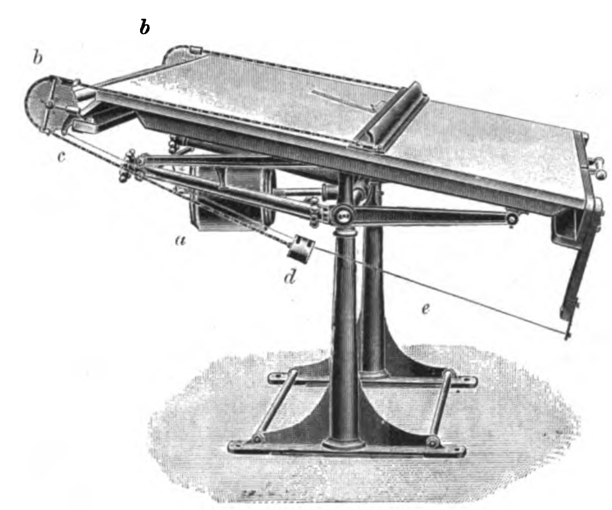


Fig. 3.

Die Führung des Reissbrettes ist dieselbe geblieben; dasselbe ist mit vier ein Parallelogramm bildenden, drehbaren Trag- und Führungsarmen am Gestell befestigt, schwingt geräuschlos auf und ab und hält infolge seiner eigenen Schwere

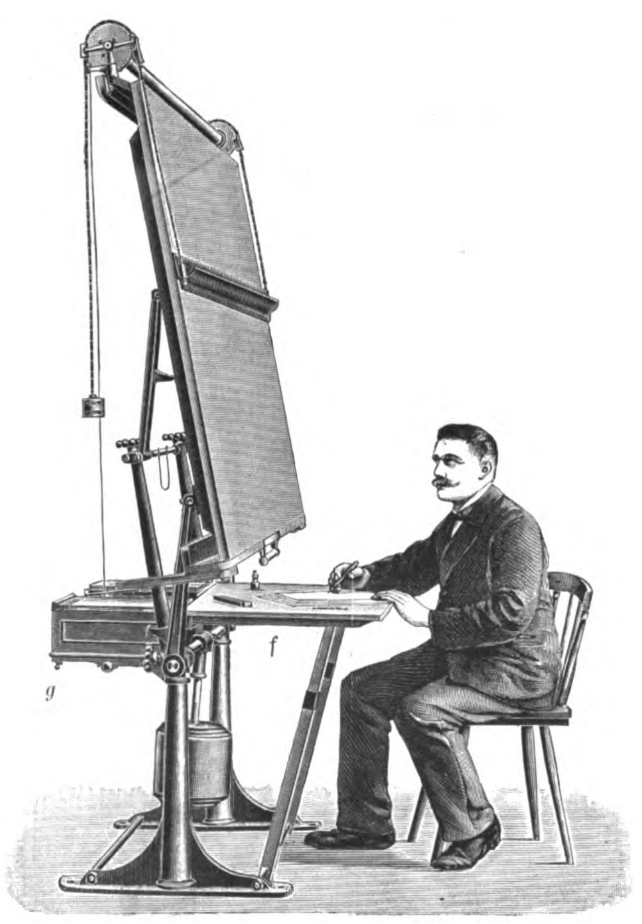


Fig. 4.

und des verstellbaren Gegengewichtes *a* an jedem gewünschten Punkte fest (Fig. 1 und 2). Das Reissbrett kann nicht allein hoch oder tief, sondern in jede schräge bis wagerechte Stellung auf die einfachste Art gebracht werden.

Eine genaue Beschreibung dieses Mechanismus befindet sich, wie oben erwähnt, in Bd. 314 S. 111.

Da der Tisch zugleich auch leichter wurde, und statt zwei nur *ein* Gegengewicht *a* besitzt, ist sein ganzes Aussehen noch gefälliger und die Handhabung bequemer, zumal derselbe in umgelegter Stellung (Fig. 3) nicht mehr so hoch ist wie der erste, sondern nur 85 cm, so dass man sich bequem darüber beugen kann.

Die Reissschiene funktioniert in dieser Stellung genau so, wie wenn das Brett aufrecht gestellt ist, während die Schiene beim ersten Parallelo in umgelegter Stellung durch die Feder heraufgezogen wurde, und so kaum zu gebrauchen war. Dieses fällt bei der neuen Schienenaufhängung mittels Kettenrad *b*, Gelenkkette *c* und Gegengewicht *d* fort, da das letztere in wagerechter Stellung an dem Draht *e* (Fig. 3) aufgehängt, derart wirkt, dass die Schiene leicht auf- und abwärts geschoben werden kann, und dennoch an jedem Punkte, wo dieselbe benutzt werden soll, festhält.

Der in Fig. 4 sichtbare Schreibpult *f* ist zum Hinunterklappen eingerichtet; die dahinter liegenden Kästchen *g* sind für Schreibmaterialien bestimmt. Der ganze Pult kann in einigen Minuten an den Zeichentisch angebracht oder weggeschraubt werden.

Dieser Apparat wird in zwei Grössen ausgeführt mit Reissbrett 150/100 cm bezw. 200/125 cm.

Die Tiefe des aufrecht oder wagerecht gestellten Zeichentisches beträgt 120 bezw. 140 cm, die höchste Höhe in aufgerichtetem Zustand 220 bezw. 250 cm. -*h*.

Bücherschau.

Die Fortschritte des Automobilismus. Vortrag, gehalten im Niederösterreichischen Gewerbeverein am 22. Dezember 1899 von *Ludwig Lohner*. Wien 1900. Kommissionsverlag von Lehmann und Wentzel. 48 S.

Der Verfasser erwirbt sich in dem vorliegenden Schriftchen das Verdienst, einen Ueberblick über die bisherigen Erfolge und die gegenwärtigen Bestrebungen des Automobilwesens zu schaffen, ohne auf die konstruktive Seite einzugehen. Schätzenswert sind insbesondere auch die in einem Anhang beigefügten tabellarischen Zusammenstellungen, enthaltend die hauptsächlichsten Angaben über die verschiedenen Automobilsysteme, ferner Litteratur, Zeitschriften, Vorträge, Vereine, Sport und Touristik.

Eingesandt.

Erste allgemeine Ausstellung für die gesamte Lichtindustrie in Wien. Die rapide Entwickelung, welche alle Gebiete der Beleuchtungsindustrie in den letzten Jahren zu verzeichnen haben, veranlasste eine Anzahl von Fachleuten dieser Branchen, im November d. J. in den Gartenbausälen eine *Ausstellung* aller Industriezweige des Beleuchtungswesens und deren Hilfsgewerbe zu veranstalten. Dieser Gedanke hat in den beteiligten Kreisen lebhaften Anklang gefunden, und die jetzt schon angemeldeten vielen Neuheiten lassen darauf schliessen, dass hier eine sehr interessante Ausstellung geboten werden wird. Dem Ehrencomité dieser Exposition gehören u. a. an: Se. Excellenz der Statthalter *Erich Graf Kielmannsegg*, Hofrat *v. Waltenhofen*, Prof. *Nernst*, Rektor Prof. *Zickler*, Fabrikbesitzer *Hanst*, Prof. *Loos* etc. — Das Ausstellungsbureau befindet sich I. Lothringerstrasse 15.

Der **Feuersicherheitstechnik** wird neuerdings mit Recht immer weitergehende Fürsorge gewidmet. Auch gegenüber der Feuersgefahr ist offenbar die Vorbeugung mindestens ebenso wichtig und jedenfalls im allgemeinen wirksamer, als die Bekämpfung des Uebels, nachdem es eingetreten ist. Von dieser Ueberzeugung ausgehend, hat man vielfach ganz vorzügliche Feuerschutzvorrichtungen für Fabriken, elektrische Anlagen, Lagerräume, Transportanstalten, Theater u. s. w. geschaffen; ganz besondere Verbesserungen sind in den letzten Jahren auch bezüglich des Feuerschutzes in den Bergwerken geschaffen worden. Die zur Zeit in Vorbereitung befindliche „*Internationale Ausstellung für Feuerschutz und Feuerrettungswesen Berlin 1901*“ hat mit Recht eine eigene Gruppe für Feuersicherheitstechnik vorgesehen, worin alles, was auf diesem Gebiet geschaffen ist, zur Vorführung kommen soll. Man darf hoffen, dass es hierdurch gelingen wird, vielerlei gute Sicherheitsvorkehrungen, die zur Zeit hier und da oder auch nur ganz vereinzelt vorhanden sind, zu verallgemeinern. Die Drucksachen der Ausstellung werden von der Geschäftsstelle Berlin SW., Lindenstrasse 41, an alle Interessenten versandt.

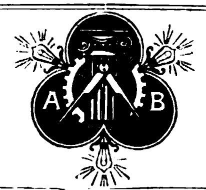
Arnold Bergsträsser Verlagsbuchhandlung (A. Kröner) Stuttgart.
Druck der Union Deutsche Verlagsgesellschaft ebendaselbst.



DINGLERS POLYTECHNISCHES JOURNAL.

81. Jahrg., Bd. 315, Heft 41. Stuttgart, 13. Oktober 1900.

Jährlich 52 Hefte in Quart. **Abonnementspreis** vierteljährlich 6 M., direkt franko unter Kreuzband für Deutschland und Oesterreich 6 M. 65 Pf., für das Ausland 7 M. 30 Pf. Redaktionelle Sendungen und Mitteilungen bittet man zu richten: An die Redaktion von „Dinglers Polytechn. Journal" in Stuttgart, die Expedition betreffende Schreiben an Arnold Bergsträsser Verlagsbuchhandlung (A. Kröner) Stuttgart.



Die Turbinen auf der Pariser Weltausstellung 1900.

Von **Wilhelm Müller**, Cannstatt.

Bei der glänzenden Schau der Werke friedlichen Wettstreites, zu welcher die französische Nation die Völker der Erde an der Jahrhundertwende zu sich eingeladen hat und woselbst die *Dampf- und Gaskraftmaschinen*, *die elektrischen Maschinen* u. s. w. durch ganz hervorragende Leistungen vertreten sind, nehmen die *hydraulischen Motoren* nicht denjenigen Rang ein, welcher ihnen ihrer wirtschaftlichen Bedeutung und Wichtigkeit gemäss zukommt.

Ein abschliessendes Bild vom Stande des heutigen Turbinenbaues können die Ausstellungsobjekte deshalb nicht geben, weil nicht alle Länder, in denen der Turbinenbau auf hochentwickelter Stufe steht, durch ihre Spezialfabriken vertreten sind: Deutschland, Italien und die Vereinigten Staaten fehlen gänzlich, wenn man nicht mit Bezug auf letztere die von französischen Fabriken nach amerikanischen Modellen gebauten Turbinen und einige vereinzelte Exemplare in der amerikanischen Abteilung (s. u.) hierfür teilweise gelten lassen will.

Ein kurzer Uebersichtsbericht über die in Paris ausgestellten Wassermotoren und die allgemeinen Konstruktionsgesichtspunkte, welche bei den heutigen Bauarten dieses Maschinensystems sich entwickelt haben und für die nächste Zukunft wohl als massgebend zu betrachten sind, dürfte auch das Interesse unserer Industriellen in Anspruch nehmen.

Was die Turbinen im allgemeinen betrifft, so haben dieselben während der letzten 10 Jahre wesentliche Umformungen und Verbesserungen erfahren; sie entwickelten sich in der Richtung der örtlichen und gewerblichen Bedürfnisse, durch sie wird heute eine grosse Anzahl Wassergefälle, zum Teil von beträchtlicher Höhe, nutzbar gemacht, sie sind es auch, welche der Elektrizität, den elektrochemischen Fabriken und neuerdings den elektrischen Bahnen die Betriebskraft liefern.

Im ganzen haben etwa zwanzig Firmen, die sich mit dieser Spezialität befassen, die Ausstellung beschickt; am zahlreichsten beteiligt sind Frankreich und die Schweiz; die übrigen Staaten, welche der offizielle Katalog anführt: Oesterreich-Ungarn, Spanien, Grossbritannien, Schweden, Mexiko u. s. w. sind in wenig hervorragendem Masse vertreten. Die in der Abteilung der Vereinigten Staaten als Aussteller angemeldete *Pelton Water Wheel Comp.* in San Francisco und *Smith (S. Morgan) Comp.* in York nehmen, auch was die Zahl der vorgeführten Turbinen anbetrifft, einen zu bescheidenen Raum ein, als dass man sich dadurch ein zutreffendes Bild des amerikanischen Turbinenbaues machen könnte.

Die italienische Firma *A. Riva Monneret und Co.* in Mailand hat ungünstigen Platzes wegen auf eine Beteiligung nachträglich verzichtet, was um so mehr zu bedauern ist, als dieses Haus eine 2000 PS Turbine mit automatischem Regulator und hydraulischem Servo-Motor angemeldet hatte und durch die Originalität seiner Entwürfe und Güte seiner Ausführungen gegenwärtig zu einem der hervorragendsten im Turbinenbau zählt. Erst kürzlich bekam dasselbe den Auftrag, für die *Hamilton Electric Light* und *Cataract Power Co.* in Kanada zwei Turbinen zu je 3000 PS zu bauen.

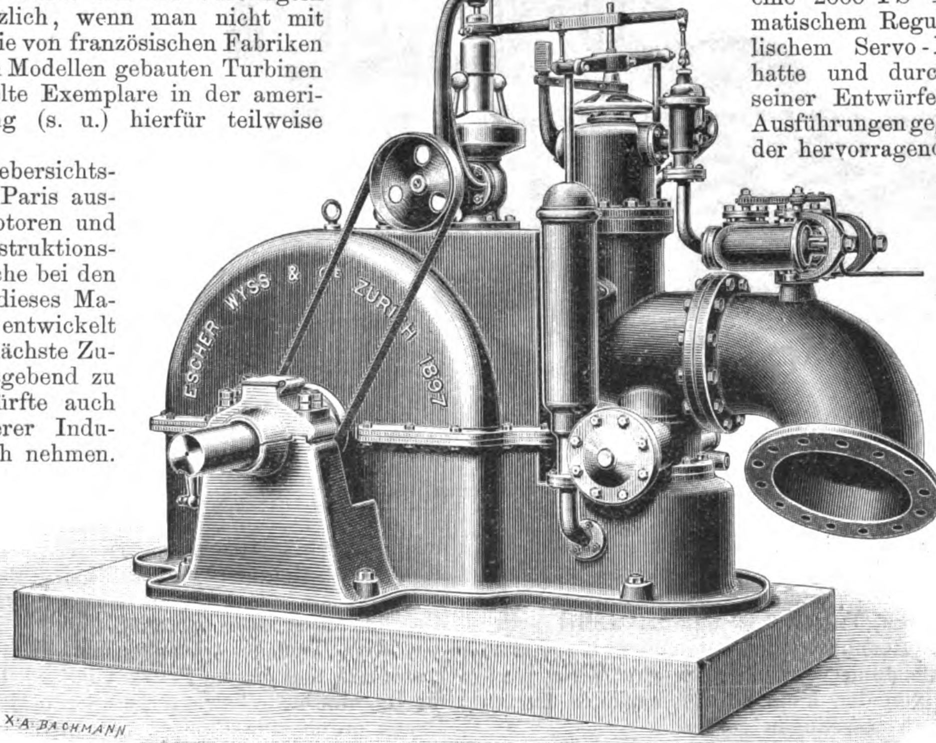


Fig. 1.
Hochdruckturbine mit hydraulischem Regler und Druckregulierapparat von Escher, Wyss und Cie.

Die Schweiz. Wenn wir dieses Land an die Spitze unserer Uebersicht stellen, so ist dies durch die vielgestaltigsten Abarten in Bezug auf Anzahl und Stärke, als auch die Qualität der Arbeit an den vorgeführten Objekten begründet. Dort waren infolge hochentwickelter Industrie von jeher Wasserkräfte in grösserem Umfang zur Ausnutzung gelangt und haben zu einer Vielseitigkeit und Gewandtheit in der Ausführung geführt, was sich auch an den gebotenen Leistungen in hervorragendem Masse beweist.

Unter den Turbinenausstellern ragen wohl *Escher, Wyss und Cie.* in Zürich durch ihre Kollektion von Turbinen für verschiedene Gefälle und Betriebsverhältnisse am meisten hervor.

Wir bemerken zuerst eine Doppel-Francis-Turbine mit

wagerechter Achse für offene Wasserkammer, 2500 PS Leistung bei 12 m Gefälle, 1,76 Raddurchmesser und 150 Umdrehungen in der Minute, die mit Zodel-Regulierung ausgerüstet, sowie eine 600pferdige Spiralturbine für 40 m Gefälle und 450 Umdrehungen in der Minute, welche mit *Fink*'schen Drehschaufeln versehen ist.

Die von der Firma bereits nach St. Maurice (Wallis) an die Stadt Lausanne verkauften 1000pferdigen Francis-Spiralturbinen für 32 bis 34 m Gefälle mit hydro-elektrischem Regulator, 300 Umdrehungen in der Minute, 1 m Laufraddurchmesser, ebenso die für die Kraftstation der Stadt Genf bei *Chèvres* gebauten 1200pferdigen Zentripetalturbinen für 120 Umdrehungen in der Minute, sind in der Ausstellung je durch ein Exemplar vertreten. Eine weitere 200pferdige Spiralturbine für hohe Gefälle (60 bis 100 m) mit hydraulischem Regulator, 600 Umdrehungen in der Minute, 0,60 m Laufraddurchmesser, besitzt Zodel-Regulierung.

Von den Hochdruckturbinen mit angebautem Regulator ist eine Serie von 300, 500 und 700 mm Laufraddurchmesser, ebenso eine 200-pferdige Turbine mit Geschwindigkeitsregulator für 400 Umdrehungen, 900 mm Durchmesser ausgestellt, welche mit einer Dynamo von *Alioth* durch eine Zodel-Kuppelung verbunden ist.

Die für die *Industria Electrica* in Barcelona ausgeführten 550pferdigen Doppelturbinen für 97 m Gefälle mit Geschwindigkeits- und Druckregulator, 1100 mm Laufraddurchmesser, 375 Umdrehungen in der Minute, werden in einem Exemplar vorgeführt.

Regulatoren verschiedener Konstruktion, teils für künstlichen Wasserdruck, teils mit hydro-mechanischer Wirkungsart ergänzen die stattliche Reihe der zur Ausstellung gebrachten Wasserkraftmaschinen. Die der Firma durch Patent geschützten Löffel- oder Becherturbinen zur Ausnutzung von Gefällen bis 600 m und für jede Kraftleistung werden durch eine Serie gusseiserner Laufräder von den kleinsten Dimensionen bis zu ganz beträchtlichen Abmessungen gezeigt.

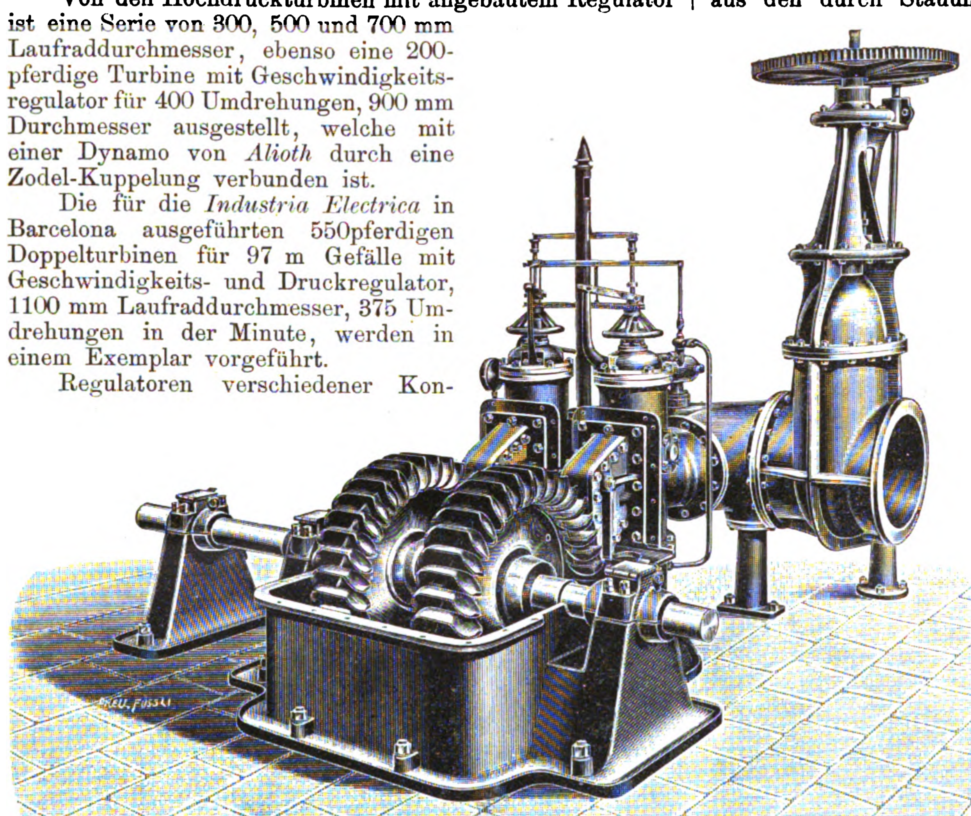


Fig. 2.
Abgedeckte Doppelturbine Nr. 11 von Escher, Wyss und Cie.

Von dieser Abteilung scheidet man nicht ohne den Eindruck, dass dieses schon im Jahre 1805 gegründete Geschäft, durch die Vielseitigkeit, Gewandtheit und Beherrschung der Formen, sowie durch gediegene Arbeit an den ausgestellten Objekten die ihm zugeteilte ehrende Auszeichnung (vier Grand Prix, zwei goldene Medaillen) mit Recht verdient.

Beim Betreten des durch die Firma *Aktiengesellschaft der Maschinenfabrik von Theodor Bell und Cie.* in Kriens bei Luzern eingenommenen Ausstellungsraumes ragt eine der für das Elektrizitätswerk Beznau bestimmten Drei-Etagenturbinen durch Grösse und Form besonders hervor. Betrachten wir diese Turbine mit Bezug auf ihren Aufstellungsplatz etwas genauer.

In der Nähe der Eisenbahnstation Turgi vereinigen sich die Flüsse Reuss und Limmat mit der Aare, welche, durch diese Zuflüsse wesentlich vergrössert, von da an nach etwa 15 km langem und von der Natur mit vielem Gefälle bedachtem Laufe bei Waldshut den Rhein erreicht. Der obere, besonders gefällsreiche Teil dieses Flusslaufes ist es, der bei Beznau gegenüber Böttstein, zur Anlage eines grossen Elektrizitätswerkes benutzt wird.

Die Wassermenge der Aare ist auf der in Benutzung genommenen Strecke eine sehr regelmässige und beträgt im Minimum 165 cbm in der Sekunde. Das Niederwasser tritt jedoch gemäss der über eine lange Reihe von Jahren geführten Pegelbeobachtungen pro Jahr im Durchschnitt nur 8 Tage lang ein und führt der Fluss während der übrigen Zeit in den Wintermonaten mindestens 193 cbm in der Sekunde, in den Sommermonaten gewöhnlich etwa 600 cbm. Die erlaubte Stauung wechselt je nach der Wassermenge, welche der Fluss führt und es ergeben sich aus den durch Stauung und Kanalanlage resultierenden Nutzgefällen von 3,5 bis 5 m und den entsprechenden Wassermengen die Kraftleistungen von 8500 bis etwa 13000 PS, wobei das Minimum von 8500 PS nur etwa 8 Tage andauert und die Kraftleistung im übrigen mindestens = 9500 PS beträgt.

Der Wasserbau enthält elf Kammern für je 1000 bis 1200 PS leistende Hauptturbinen und zwei kleinere Kammern für die Erregerturbinen von je 450 PS.

Für das Elektrizitätswerk Beznau wurden Mehretagenturbinen aus dem Grunde gewählt, um die für die Generatoren erforderliche möglichst hohe Tourenzahl auch bei grosser Kraftleistung pro Einheit zu erhalten. Die obere einzelne Etage giesst nach unten aus, die zweite Etage nach oben und vereinigt sich deren Abwasser mit dem der ersten, die dritte Etage giesst nach unten aus. Die zweite Etage, deren Laufrad mit Vollscheibe versehen und als hydraulischer Kolben dient, entlastet zum grössten Teil das rotierende Gewicht der Turbine, so dass der Ringspurstupf nur eine mässige Belastung aufzunehmen hat. Die Durchmesser der einzelnen mit Gussschaufeln ausgerüsteten Laufräder sind gleich gross (2,3 m). Die Regelung der einzelnen Kränze erfolgt durch zentrisch geführte Klappen mit einem gemeinschaftlichen Regulierkranz (Schweizer Patent Nr. 14540/306), von welchem aus auf jede Klappe ein Hebel wirkt, der dieselbe öffnet oder schliesst.

Jede Turbine erhält einen hydraulischen Regulator, bestehend aus einem Druckcylinder, der mit 25 at Druck die Regulierwelle bewegt. Der Servo-Motor empfängt seinen Druck durch eine Pumpe, mit welchen Einrichtungen die Konstrukteure einen Genauigkeitsgrad von 2 bis 3 %, bei wechselnder Belastung bis zu 50 % garantieren.

In einer Gruppe ausgestellter Hochdruckturbinen mit Zungenregelung, eingeschaltetem Filter, angebautem Regulator mit Oelkatarakt, Ringschmierlagerung, sowie Handregulierung, bemerken wir Laufräder von 450, 600, 750, 900 bis 1050 mm Durchmesser, die für Hochdruck von 50 bis 500 m Verwendung finden.

Ist das Wasser nicht ganz rein, so werden entsprechende Filter angelegt, um Abnutzungen an der Regulierzunge auf ein Minimum zu beschränken. Die Turbinenräder sind als Löffelräder ausgebildet, deren Becher mit einem Grad in der Mitte als Doppelschaufeln aus einem Stück zur Ausführung kommen; bei sehr hohen Gefällen

wird das Rad aus Metall gegossen, an grösseren Nummern eine Herzscheibe eingeschraubt.

Bemerkenswert ist noch eine doppelte innenschlächtige 600 PS Aktionsturbine mit horizontaler Welle, 1 m Rad-

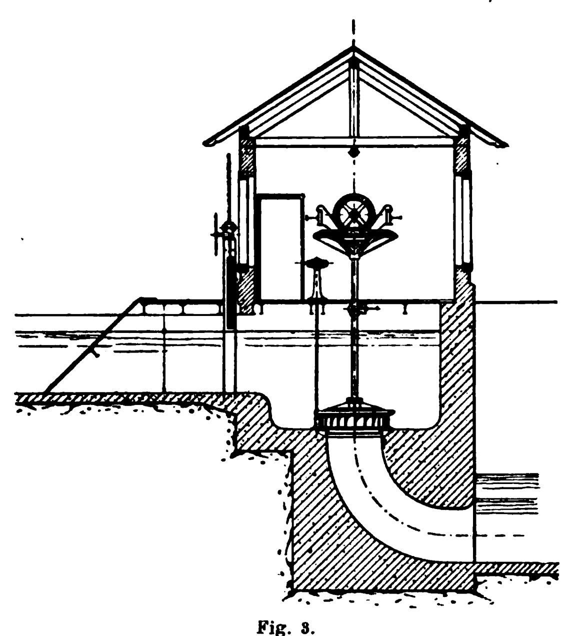


Fig. 3.
Francis-Turbine mit Saugrohr von Bell und Cie., A.-G.

durchmesser, ausgewuchteter Ringschütze für 75 m Gefälle, 400 Touren; ferner eine doppelte horizontale äussere Spiralturbine für 300 PS bei 20 m Gefälle, 600 mm Laufraddurchmesser, 450 Umdrehungen in der Minute. In Verbindung mit dieser Turbine ist ein patentierter Schaltregulator mit Servo-Motor, Schweizer Patent Nr. 6373.

Die Ausnutzung kleiner Gefälle zeigt eine Doppelturbine für 10 m Gefälle, 300 PS, 300 Umdrehungen, Laufrad 800 mm Durchmesser mit 22 fast um eine Teilung schräggestellten Schaufeln, der Leitapparat besitzt 16 drehbare Zellen, ein Weg von 5 cm genügt von voll offen bis geschlossen.

Interessant ist auch ein durch Differentialgetriebe und mit hydraulischer Steuerung kombinierter Regulator, der aus zwei Kapselräderwerken besteht, die zwei Pumpen bilden, welche das Oel heraufnehmen und durch eine Oeffnung, die durch das Regulatorpendel automatisch reguliert wird, hindurchpressen. Der Leergang erfordert eine verschwindend kleine Kraft. Durch die Druckdifferenz wird die Regulierwelle entweder nach rechts oder links gedreht, wodurch der Apparat unmittelbar zur Regulierung der Geschwindigkeit des Wassermotors Verwendung findet.

Ausser diesen hydraulischen Maschinen haben *Bell und Cie.* noch eine grosse horizontale Bandsäge, für Stämme bis 1,30 m Durchmesser, eine Vertikalbandsäge für Stämme

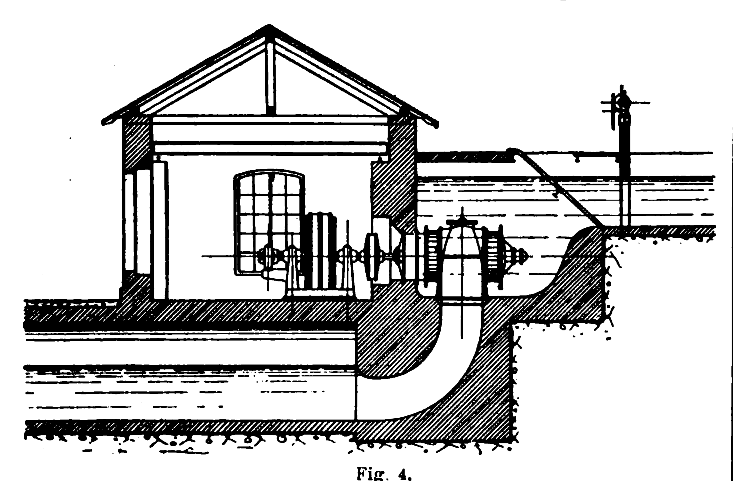


Fig. 4.
Doppelte Radialturbine mit horizontaler Achse von Bell und Cie., A.-G.

bis 0,50 m Durchmesser, ferner eine Warmschleifmaschine für Holzstofffabrikation, einen Holländer, Patent *Hoffsümmer*, und eine Rindenschälmaschine neuester Konstruktion ausgestellt.

Die *Aktiengesellschaft der Maschinenfabrik von Theodor Bell und Cie.* betreibt den Turbinenbau seit 40 Jahren als Spezialität und geniesst in dieser Branche einen Weltruf. (Der Firma wurde von der Ausstellungsjury ein Grosser Preis, eine goldene und eine silberne Medaille zuerkannt.)

Schon bei früheren Ausstellungen hatten die Erzeugnisse von *Piccard und Pictet* in Genf die Aufmerksamkeit der Fachleute durch die Eigenart und Selbständigkeit ihrer Formen, sowie der systematisch durchgebildeten Regeleinrichtungen auf sich gezogen.

Die stärkste Leistung der Gruppe weist eine Girard-Hochdruckturbine mit horizontaler Achse zu 1000 PS für die *Société Industrielle Valaia* in Vernayaz (Schweiz) für 500 m Gefälle und 500 Umdrehungen in der Minute auf. Der mit Girard-Schaufelung und sehr starker Ausweitung versehene Schaufelkranz von 1,80 m innerem Durchmesser ist als Schwungrad ausgebildet, mit Stahlreifen armiert und zeigt Gussschaufeln. Der angebaute Klinkenregulierapparat wirkt durch eine Hebelauslösung auf einen schwingenden Zungenschieber.

Eine Doppel-Francis-Turbine, wie die Firma für die *Usine Electr. de St. Mortier* (Jura) für 18,40 m Gefälle und 250 Umdrehungen in der Minute, 1,05 m Raddurchmesser ausgeführt hat, mit horizontaler Achse und direkt mit dreiphasigem Generatordynamo gekuppelt, deren Kapazität 600 KV.-A., 8000 V., 50 Perioden beträgt, zeigt bei dem in die Mitte gelegten Leitapparat fünf Abteilungen.

Eine gutgeordnete Kollektion eigenartig gebauter Schaltregulatoren vervollständigen die Gesamtausstellung dieses

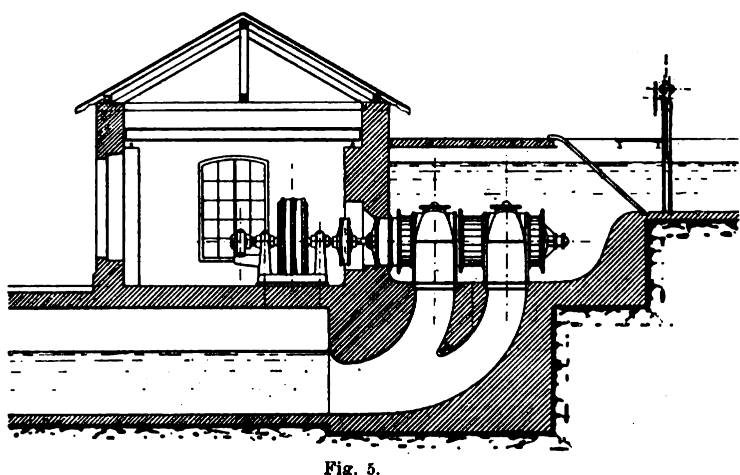


Fig. 5.
Dreifache Radialturbine mit horizontaler Achse von Bell und Cie., A.-G.

im Turbinenbau durch den Entwurf der Niagaraturbinen allgemein bekannten Hauses.

Auf einer Tafel sind die Zeichnungen der Turbinen für die erste Kraftstation von 50000 PS für die *Niagara Falls Power Compagnie*, auf einer anderen fünf Zeichnungen der für die zweite Station von ebenfalls zu 50000 PS projektierten Anlage ausgestellt. Bekanntlich zählen diese Turbinen zu den stärksten der bis jetzt ausgeführten Krafteinheiten, je 5000 PS bei 250 Umdrehungen in der Minute. *Piccard und Pictet* haben beim neuen Entwurf die frühere Anordnung der Laufräder verlassen und eine zweikränzige innenschlächtige, von unten beaufschlagte Turbine mit Glockenregulierschieber in Vorschlag gebracht. Leit- und Laufrad werden in Bronzeguss ausgeführt, die Welle durch Wasserdruck am unteren Ende entlastet. Der Schaufelplan ist nicht wesentlich verschieden von der früheren Ausführung, nur folgen sich bei den 36 Leitkanälen Schaufeln von verschiedener Länge, und zwar lassen sich neun Gruppen zu je vier Schaufeln unterscheiden, von welchen die erste weit nach dem Inneren des Rades verlängert, die zweite und vierte normal lang sind und die dritte in ihrer Längenausdehnung etwa die Mitte zwischen den kürzesten und längsten Schaufeln hält (Fig. 6).

Durch die senkrechte Bewegung einer Cylinderschütze um 2′ 2″ (engl.) kann das Laufrad am äusseren Umfang abgeschlossen werden. Der innere Durchmesser der Laufräder mit 32 Schaufeln ist zu 5′ 6″, die Kranzbreite zu 5½″, der Spalt zu $^{3}/_{64}$″ angegeben.

Ueber die Geschwindigkeitsdiagramme gibt ebenfalls Fig. 6 Aufschluss.

Die *Aktiengesellschaft vorm. Joh. Jakob Rieter und Co.* in Winterthur ist mit Rücksicht auf den Weltruf, welchen diese Firma geniesst, durch ihre Ausstellungsobjekte nicht in der Weise vertreten, dass man dadurch ein vollständiges Bild ihrer Leistungsfähigkeit erlangen konnte, weil sie in mehreren Abteilungen auf anderen Gebieten, hauptsächlich denjenigen der Elektrizität, der Spinnerei u. s. w., in bedeutendem Umfange beteiligt war.

Zur Ausstellung gebracht ist eine 1100pferdige Turbine mit innerer Beaufschlagung, Spaltschieberregulierung und Zufluss von unten für die *Société des Usines hydro-électriques de Montbovon* bei Fribourg, für welche ausser den zwei Turbinen à 500 PS vier Stück, wovon bereits zwei zur Ausführung gekommen sind, zur Aufstellung gelangen. Das Gefälle beträgt 60 m, die Umdrehungszahl 300 in der Minute. Im Einlaufrohr befindet sich ein automatischer

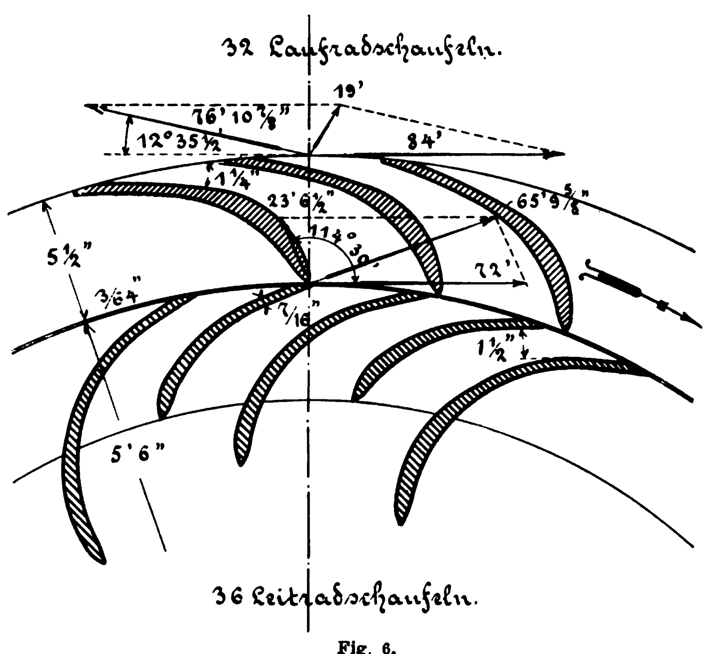


Fig. 6.
Entwurf des Schaufelapparates für die zweite Serie 5000pferdiger Niagaraturbinen von Piccard und Pictet.

Auslass (Druckregler); die Turbinen werden durch Wasserdruck entlastet und die Zapfenkühlung durch Druckwasser bewerkstelligt. Das Laufrad mit 1,34 m äusserem Durchmesser hat eingegossene Stahlblechschaufeln.

Neben einer doppelten Francis-Turbine für 2 bis 10 m Gefälle befindet sich noch eine 200pferdige Spiralturbine für 10 bis 50 m Gefälle, mit 550 mm Durchmesser, 14 Lauf- und 16 Leitschaufeln, deren volle Oeffnung 40 mm beträgt.

Ausser einer amerikanischen Turbine für 4 m Gefälle mit Saugrohr bemerken wir noch eine kleine Girard-Turbine für 2 PS bei 25 m Gefälle in unmittelbarer Verbindung mit einer Dynamo (110 Volt, 12 Ampère).

Von ihren Regulatoren in bekannter Konstruktion sind drei Geschwindigkeits-Präzisionsregulatoren mit Riemenbetrieb mit 3 % Tourendifferenz für 25 % Belastungsschwankung, drei gewöhnliche Geschwindigkeitsregulatoren und ein elektrischer Bremsregulator ausgestellt.

(Die Firma wurde in den verschiedenen Gruppen mit dem Grand prix, drei goldenen Medaillen und einer silbernen Medaille ausgezeichnet.)

Sehr unterrichtend und interessant sind auch die im Palais de l'Electricité in der schweizerischen Abteilung durch Zeichnungen und Modelle zur Darstellung gebrachten verschiedenen Turbinenanlagen grossen Stils.

Eine Wandkarte bringt die Verteilung elektrischer Energie in der Schweiz durch rot markierte Stellen zur Anschauung, wobei jedoch nur die Anlagen mit Fernleitungen angedeutet, dagegen solche mit lokalem Verbrauch weggelassen sind.

Von *Escher, Wyss und Co.* in Zürich ist die Anlage in Chèvres mit 15 Turbinen (9 grössere und 6 kleinere nebst 3 Erregerturbinen), durch *Bell und Cie.* in Kriens der Plan des Wasserwerkes in Hagnek (5 Turbinen mit senkrechter Welle) auf mehreren Blättern gezeigt. Jede der mehrstufigen Hagnek-Turbinen besteht aus drei Schaufelkränzen mit äusserer Beaufschlagung, die obere Turbine enthält einen aussenschlächtigen Schaufelkranz mit Ausguss nach unten, die zweite ist *doppelkränzig*, ein Kranz giesst nach oben, der andere nach unten aus, die unterste Turbine ist wieder *einkränzig* mit unterem Ausfluss. Hier hat auch eine Zeichnung der Anlage in Rheinfelden Platz gefunden.

Die Schnittzeichnungen sind durchweg im Massstab 1 : 15 ausgeführt.

Die von Modelleur *L. Koch* in Zürich gefertigten Modelle einzelner Turbinen in etwa $^{1}/_{25}$ der Naturgrösse stellen eine Nachbildung der Turbinen der *Stadt Genf* in den *Werken von Chèvres* dar; es sind dies aussenschlächtige mehrkränzige Turbinen mit senkrecht bewegten cylindrischen Schützen, desgleichen ein Modell: Konusturbinen (dreikränzig) mit Ringschützen und um Bolzen schwingenden Abstellfallen am Einlauf.

Im Massstab 1 : 250 ist die Gesamtanlage der *Usine électrique de Chèvres* mit der Gruppe der 15 Turbinen und Dynamos, deren jede 800 bis 1200 PS, also zusammen 12000 bis 15000 PS leistet, mit Kanal-Ein- und -Auslauf, Motorenhaus, Rechen, Fallen naturgetreu nachgebildet, ebenso in gleicher Grösse die *Usine hydraulique de la Coulouvrenière*, 18 Gruppen von Turbinen mit Pumpen je von 210 bis 300 PS, somit im ganzen 3780 bis 5400 PS.

Ferner sind ausgestellt: ein Plan der *Jungfraubahn*, die hydro-elektrische Kraftstation in Lauterbrunnen im Massstab 1 : 50 darstellend, mit Rohrleitung und zwei grossen und zwei kleineren durch *J. J. Rieter und Co.* mit horizontalen Achsen gebauten Doppel-Girard-Turbinen.

Das *Kanderwerk am Thunersee*, ausgeführt von *Escher, Wyss und Cie.* in Zürich, Rohrleitung, vier Aktionsturbinen mit horizontalen Achsen und Abfallrohre. Die Motoren sind wegen des unmittelbaren Ausflusses in den Thunersee über den normalen Unterwasserspiegel heraufgesetzt.

Die *hydro-elektrische Kraftstation Rathhausen*, Massstab 1 : 50, ausgeführt von *Bell und Cie.* in Kriens.

Diese Anlage umfasst fünf doppelkränzige Jonval-Turbinen mit Zellenaufsatz für den äusseren Kranz zur Anbringung einer Ringschütze, der innere Kranz wird mit Drehklappen reguliert; es ergibt dies eine einfache Konstruktion. Ausserdem finden sich in den verschiedenen Ländergruppen noch weitere Modelle und Abbildungen grösserer Wasserkraftanlagen, deren Beschreibung jedoch zu weit führen würde, und bleibt es dem fachmännischen Besucher der Ausstellung überlassen, diese Objekte einer näheren Prüfung zu unterziehen. Im Betrieb ist nur eine direkt an die städtische Wasserleitung angeschlossene Radturbine „Excelsior" von *Singruen Frères* mit horizontaler Achse für 40 m Gefälle, 2500 Sek.-Umdrehungen, 10 kg/m Leistung, speziell für den Betrieb von Nähmaschinen, elektrischen Versuchsmaschinen, welche geringe Kraft erfordern, sowie ein kleines norwegisches Modell mit patentierter Regelung von *F. Hiorth* in Christiania. Mit Rücksicht auf den hohen Wasserpreis ist wohl von einer Vorführung laufender Wasserturbinen allseitig abgesehen worden.

Nur *Escher, Wyss und Cie.* haben versuchsweise eine betriebsfähige Turbinenanlage geschaffen, bestehend aus einer mittels Dynamomaschine angetriebenen Zentrifugalpumpe, die das Wasser auf eine Höhe von etwa 5 m hebt, von wo es durch ein senkrechtes Rohr auf eine Turbine wirkt, die wiederum eine Dynamomaschine antreibt. Zwischen Steigrohr und Abfallrohr auf die Turbine ist ein Verbindungskanal mit eingebautem Ueberfall angebracht, welch letzterer zur Messung der verbrauchten Wassermenge dient. Durch Ablesung des elektrischen Effektes an der ersten und zweiten Dynamo konnte auf den Wirkungsgrad der Gesamtanlage geschlossen werden.

In der Abteilung der *Ateliers de Construction Oer-*

likon befindet sich auch das mit der goldenen Medaille ausgezeichnete Projekt des durch Zivilingenieur *K. Kürsteiner* in St. Gallen entworfenen „*Etzel-Werk*“, das die Aufgabe zu lösen versucht, 55000 PS unter einem Totalgefälle von 450 m bei Einsiedeln (Schweiz) durch Aufstauen der Sihlwasser in einem von der Natur geschaffenen Behälter nutzbar zu machen.

Nach dem Projekt handelt es sich um Anlage eines etwa 80000000 cbm fassenden Sammelweihers östlich von Einsiedeln, für dessen Herstellung an einer Stelle ein gemauerter Staudamm, an einer anderen ein Erddamm vorgesehen ist. Das Terrain, auf dem einige Häuser sich befinden, die angekauft und abgebrochen werden sollen, eignet sich für diesen Zweck ganz vorzüglich und lässt der vorhandene Moorboden darauf schliessen, dass schon in früheren Zeiten an derselben Stelle ein See gewesen sein muss. Vom Sammelbecken aus wird das Wasser durch einen Tunnelkanal und durch eine Rohrleitung in die 5850 m entfernte am Ufer des Zürichersees anzulegende Kraftstation bei Pfäffikon geführt, welche zur Aufnahme der Turbinen und elektrischen Maschinen dient. Der Abfluss erfolgt in den Zürichersee und soll die gewonnene elektrische Energie in der Umgebung des Zürichersees verwertet werden.

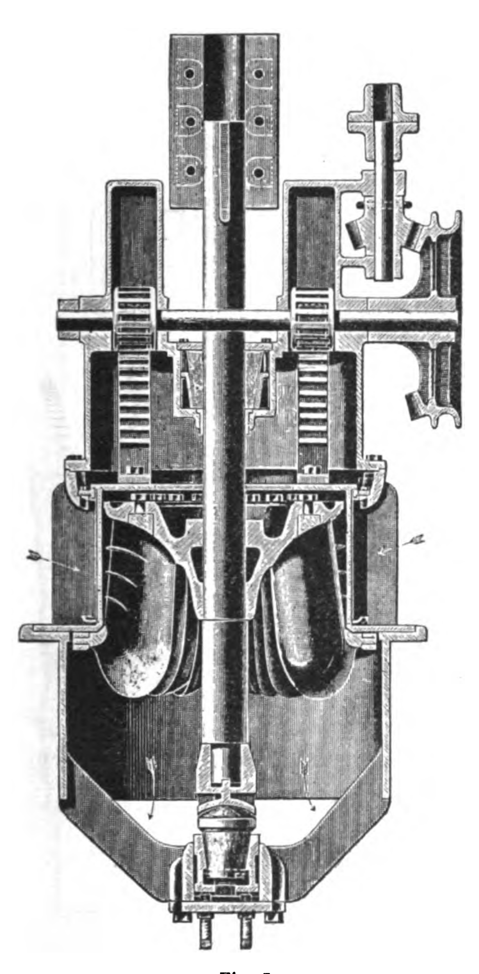


Fig. 7.
Turbine Hercule-Progrès von Singruen Frères.

Frankreich. Wenden wir uns zur französischen Abteilung, so kommen als umfangreiche Ausstellungen diejenigen der Firmen *Singruen Frères* in Epinal (Vosges) und *Teisset, Vve. Brault und Chapron* in Chartres vornehmlich in Betracht. Die Ausführungen dieser beiden angesehensten französischen Firmen im Turbinenbau umfassen hauptsächlich Gruppen von aussenschlächtigen Radialturbinen nach amerikanischem Muster (Fig. 7), über die bezüglich Anordnung und Ausführung nichts wesentlich Neues zu sagen ist.

Singruen Frères, von welchem Hause bis jetzt über 300000 PS ausgebaut wurden, zeigen ausser einer stufenweisen Reihenfolge fast aller Nummern ihrer Hercule-Progrès-Turbinen noch verschiedene Einzelteile, so unter anderem Laufräder aus Gusseisen oder Bronze gegossen, ferner die ältere Ausführungsform der Schaufeln an ihren „Hercule-Progrès-Turbinen“, welche einzeln gegossen, durch Zapfen in die Kränze eingelassen und mit denselben verschraubt wurden, sowie das neue Modell, das sich mittels Schuhen in eingedrehte Nuten stellt und dadurch einen besseren Halt verspricht.

Die Gruppen beider Aussteller weisen Turbinen von den kleinsten Abmessungen bis zu ganz beträchtlichen Dimensionen auf, sowohl mit senkrechter als wagerechter Achse in einfacher und doppelter Anordnung für offene und geschlossene Wasserkammern. Unter letzteren ist eine doppelte Hercule-Progrès-Turbine mit Ringspur- und Kugellagerung für 30 m Gefälle, 550 Umdrehungen in der Minute und 1500 PS Leistung bemerkenswert.

Dass bei allen diesen Turbinen der vollständige Reguliermechanismus unter Wasser liegt, darf als weniger zweckmässig und betriebssicher gelten, wobei jedoch nicht übersehen werden soll, dass die feststehenden dünnen Leitschaufeln einige Vorteile für die Wasserführung bieten. Bei allen diesen Konstruktionen erfolgt die Regelung durch eine von oben herabzulassende Glockenschütze, die bei den meisten Modellen durch Gegengewichte ausgewuchtet ist.

In ähnlicher Form mit nur unbedeutenden Abweichungen präsentiert sich die Turbine „Normale“ der Firma *Laurent Frères & Gollot*-Dijon (Côte-d'Or). Ferner enthält deren Gruppe noch eine Parallelturbine für hohe Gefälle, sowie eine Radturbine (*Pelton*) mit wagerechter Achse und einen Regulator für hydraulische Motoren (Fig. 8).

Darblay Père & Fils-Essonnes (Seine-et-Oise) führen eine Turbine mit senkrechter Achse, 1,10 Durchmesser, Regulierung mit beweglicher Schütze, ferner eine Girard-Partialturbine mit horizontaler Achse und halber Beaufschlagung vor.

Zu einem der ältesten und angesehensten französischen Häuser zählt die Firma *Teisset, Vve. Brault & Chapron*-Chartres und Paris, welche im Jahre 1836 durch *Fontaine*, dem Erfinder der Turbine, die in der Wissenschaft seinen Namen trägt, gegründet wurde. Seit der Entstehung sind aus diesen Werkstätten mehr als 15000 hydraulische Motoren, die zusammen eine Nutzkraft von 600000 Maschinenpferden darstellen, hervorgegangen.

Die Fontaine-Turbine gehört heute noch zu den durch dieses Etablissement ausgeführten Wassermotoren, wenngleich auch die amerikanische aussenschlächtige Radialturbine und das Pelton-Rad seinen erfolgreichen Eingang in französische Werkstätten gefunden haben.

Mit 20 Grössen dieser „Turbines Americaines“ nutzen die französischen Konstrukteure Wassermengen von 38 l bis 11200 l in der Sekunde und Gefälle von 0,8 bis 12 m mit einem ganz allgemein garantierten Wirkungsgrad von 80 bis 85 % aus. Die hauptsächlichste Verbesserung, welche am ursprünglichen Modell von diesen Werkstätten angebracht wurde, besteht in dem *Fontaine*'schen Ueberwasserzapfen gegenüber dem amerikanischen hölzernen Unterwasserzapfen.

Fig. 8.
Neuer Geschwindigkeitsregulator mit direkter Wirkung von Laurent Frères & Gollot.

Neben dem Bau von Turbinen pflegen *Teisset, Brault und Chapron* auch die Herstellung von Wasserrädern, hauptsächlich Schaufelräder nach System *Sagebien* und oberschlächtige Zellenräder.

Unter den französischen Geschäften, die noch an den von *Girard* entwickelten Grundsätzen festhalten, darf die im Jahre 1855 begründete Firma *Royer & Joly*-Epinal (Vosges) besonders genannt werden. Die Gruppe derselben umfasst:

Eine 85pferdige Druckturbine mit 2,80 m mittlerem Laufraddurchmesser, senkrechter Achse für 1,40 m Gefälle, 800 bis 6000 l Zufluss in der Sekunde, Umdrehungen 20 in der Minute, Schaufelzahl 60 bei 50 cm Breite der Leitzellen. Bemerkenswert an diesem Motor ist die dem Aussteller eigentümliche Klappenregulierung, welche abweichend von dessen früheren Ausführungen eine grössere Einfachheit zeigt. Die Klappen mit kurzem angegossenem Hebel liegen lose in halbkreisförmigen Aussparungen auf dem Leitrad und werden durch einen am inneren Umfang bewegten Ring der Reihe nach geöffnet oder geschlossen. Für die Leitzellen, welche durch flache, kurze und dünne Gussschaufeln gebildet werden, die verhältnismässig wenig Reibungsfläche darbieten, stellen die geöffneten Klappen eine geeignete Fortsetzung für die Wasserführung dar, wobei noch die geringe Leitradhöhe für Niedergefälle sehr vorteilhaft erscheint.

Als nachteilig wäre anzuführen, dass das Reguliergetriebe und der Regulierring mit schräg ansteigender Bahn unter Wasser liegen.

Die zweite ausgestellte 200pferdige Turbine mit senkrechter Achse für 9 m Gefälle, 300 bis 2200 l in der Sekunde, ist in ein eisernes Gehäuse eingeschlossen, ebenso die dritte 200pferdige Doppelturbine mit horizontaler Achse, zu 12 m Gefälle, 150 bis 900 l in der Sekunde, an welche ein Regulator, auf den Regulierschieber wirkend, angebaut ist.

Die vierte einfache Turbine mit horizontaler Achse für hohe Gefälle mit Regulator ist nach System *Pelton*.

Schon bei einem allgemeinen Ueberblick über die französische Abteilung zeigt sich, dass bei den ausgestellten Objekten das System der radialen Beaufschlagung vorherrscht, sei es in der Ausführung als Ueberdruck- oder als Strahlturbine; nur wenige Motoren mit achsialem Wasserdurchfluss und Aktionswirkung finden sich unter der Ueberzahl der ausschliesslich amerikanischen Vorbildern nachgebauten äusseren Radialturbinen „Hercules“ und „Pelton“ zerstreut.

Zu den hydraulischen Motoren dürfte der von *Ernest Bollée Fils Nachf.* ausgestellte hydraulische Widder noch zu zählen sein, der eine sich selbst bewegende Maschine mit unmittelbarer Wirkung ohne Bewegungsübertragung darstellt, d. h. zu Ingangsetzung keines Hilfsmotors bedarf. Ein grösserer Widder ist in der Ausstellung in Thätigkeit zu sehen, ebenso ein Modell, an welchem die Konstruktion erläutert werden kann. Die Fabrikation dieser Widder umfasst 15 verschiedene Grössen, deren kleinste Nummer $^1/_4$ l in der Sekunde, d. h. 15 l in der Minute, und deren grösste 350 l Betriebswasser in der Sekunde bedarf. Unter Anwendung der nämlichen Betriebskraft sollen diese Maschinen einen besseren Nutzeffekt ergeben als jede andere; infolge der Einfachheit derselben kann der Erbauer in den zahlreichsten Fällen einen dynamischen Wirkungsgrad von 80 % zusichern.

Oesterreich-Ungarn. Die vereinigte ungarische Abteilung enthält nur zwei hierher bezügliche Aussteller: *Ganz und Cie.* in Budapest und die *Usine Réunies de la Société Danubius-Schoenichen-Hartmann* in Budapest.

Erstere Firma hat eine Francis-Turbine von 1000 PS mit horizontaler Welle, Spiralgehäuse, für 70 m Gefälle und 430 l in der Sekunde bei 300 Touren in der Minute mit hydraulischem Relaisregulator neben ihre grossen Dampfmaschinen gestellt.

Unter einem Gefälle von 68,8 bis 74,5 m und einer Geschwindigkeit von 300 Umdrehungen in der Sekunde leistete die Turbine am Bremszaum 632 PS; unter höherem Gefälle, vermehrtem Zufluss und gesteigerter Geschwindigkeit erreicht die entwickelte Arbeit 1000 PS. Der Wassereintritt erfolgt tangential am niedersten Punkte *A* des die Turbine umschliessenden Gehäuses, woselbst sich ein kräftig konstruierter Einlasshahn, durch Schneckenantrieb *B* bewegt, befindet, dessen Rad nur als Segment ausgebildet und vom Fussboden des Aufstellungsraumes aus durch ein Paar konische Räder angetrieben ist. Das durchströmende Wasser erfüllt vollständig das Innere des Gehäuses und tritt von hier in die das Laufrad umgebenden Leitschaufeln ein.

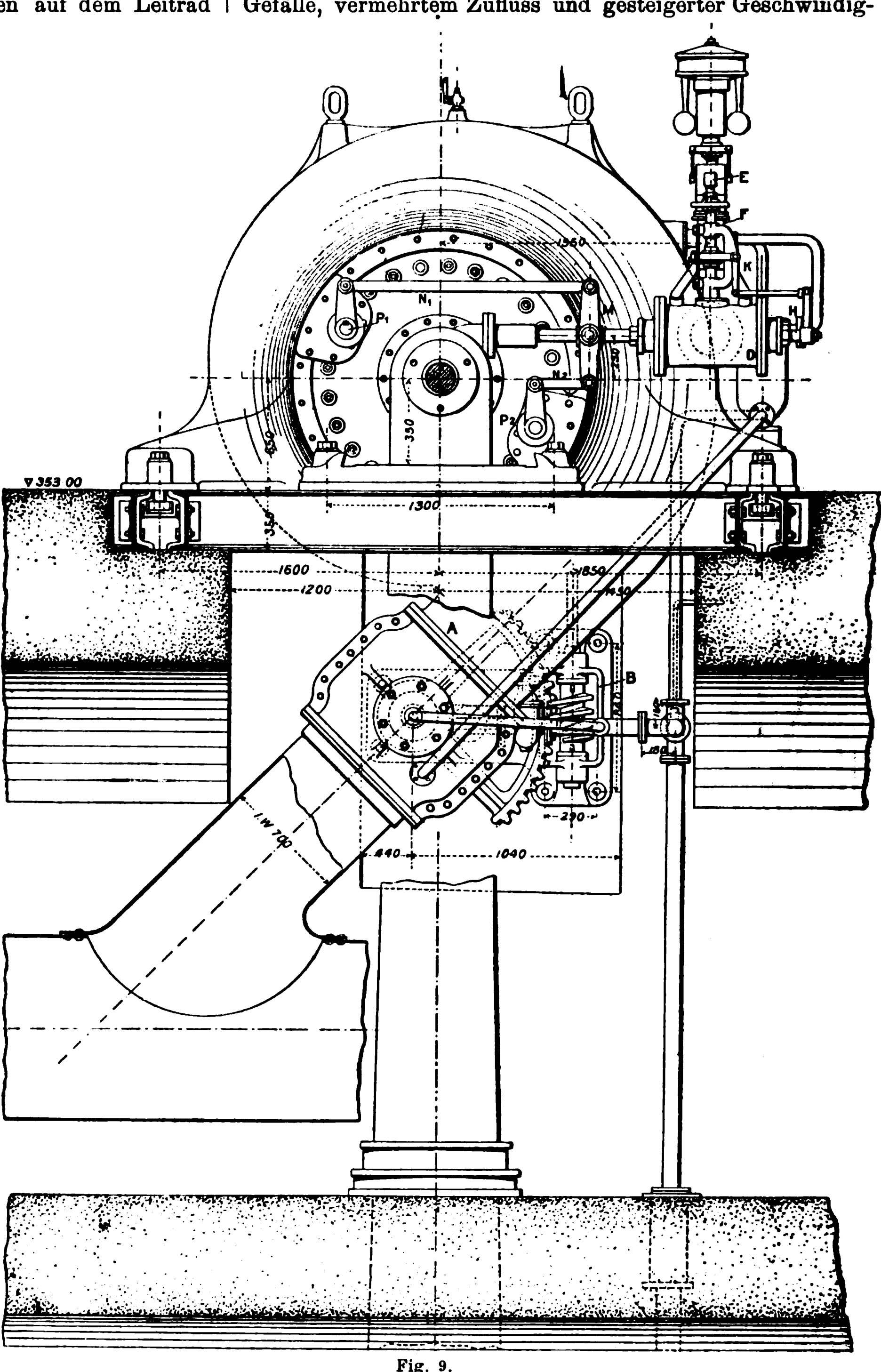


Fig. 9.
1000pferdige Spiralturbine von Ganz und Cie.

Aus Fig. 9 ist zu ersehen, dass der Querschnitt des

Gehäuses mit der Entfernung von Punkt A, wo die Einströmung stattfindet, sich in der Weise verjüngt, dass die ursprüngliche Lichtweite von 700 mm unmittelbar über der Achse noch 500 mm und am Ende des spiralförmigen Gehäuses noch 350 mm beträgt. Die Krümmung der Laufradschaufeln ist hauptsächlich nach der Drehebene gebildet, dieselben sind aber auch in achsialem Sinne zum Zwecke der fortschreitenden Ablenkung der Flüssigkeitsfäden, die die Turbine in achsialer Richtung verlassen, mässig eingrossen Neigungswinkel in der Richtung des Ablaufkanals gestattet. Die Breite der Laufschaufeln ist in achsialer Richtung 50 mm, während der äussere Raddurchmesser 1,140 m beträgt. Was die Lichtweite des Abflussrohres betrifft, so misst dasselbe am Anfang 520 mm und geht, sich nach und nach erweiternd, bei einer Länge von 7 m auf 775 mm über. Diese Erweiterung am Austritt ist dazu bestimmt, die Wasserbewegung auf $^1/_2$ bis $^3/_4$ m am Unterwasserspiegel herabzubringen, ruhigen Abfluss und ge-

Fig. 10.

1000pferdige Spiralturbine von Ganz und Cie.

wärts gebogen, damit dieselben in die vertikale Abflussrichtung unter einem Winkel von 90° einschneiden. Um diese Ablenkung noch weiter zu unterstützen, hat man beim Uebergang zwischen Radnabe und seitlicher Wand passend gekrümmte Schaufelenden angebracht. Dieser letztere Teil der Schaufeln übt natürlicherweise keineswegs eine besondere Triebkraft aus. Es ist ersichtlich, dass diese Turbinen hauptsächlich durch die zur Anwendung gebrachte Durchflussrichtung gekennzeichnet ist, weil das Wasser, nachdem es das Rad verlassen, sich gabelförmig nach unten spaltet und die Abführung in einem mehr oder weniger ringe Geschwindigkeit herbeizuführen. Die Abnahme der Geschwindigkeit während des Durchganges wird natürlich nicht durch erhöhten Druck auf die Schaufeln nutzbar gemacht, dieselbe vermehrt aber folgerichtig das Vakuum in der Turbine und diese indirekte Vergrösserung der Effektivleistung macht sich in einer Steigerung der Einströmungsgeschwindigkeit bemerkbar. Dieser Effekt wird so lange erzeugt, als das vertikale Ausflussrohr angefüllt bleibt. Die Achse in den beiden Hauptlagern, zwischen welchen sich das Schwungrad befindet, misst 190 mm, während dieselbe in dem aussenliegenden Lager 130 mm



dick, in der Radnabe selbst auf 210 mm verstärkt ist. — Die Kraftabgabe erfolgt durch eine nachgiebige Kuppelung, System *Raffard*, welche durch zwei Scheiben von 1400 mm Durchmesser gebildet wird, deren jede mit einer Bolzenreihe besetzt, die paarweise — je ein Zapfen der einen mit einem solchen der anderen Scheibe — mittels Kupfer-, Baumwoll- und bei schwachen Kräften Kautschukbändern vereinigt sind. Die Lager werden mittels reichlich bemessener Ringe geschmiert, die sich mit der Welle drehen und in ein im Inneren der Lager angebrachtes Oelbad tauchen.

Der sehr empfindliche, durch eine Riemenscheibe angetriebene Regulator dreht sich mit mässiger Geschwindigkeit; er wirkt durch einen in der Mitte des Kolbenventils F beweglichen Hebel E auf ein durch den Cylinder D gebildetes hydraulisches Relais. Durch das Ventil F wird mittels der Kupferröhren G_1 und G_2 Wasser unter hohem Druck beiderseits in den das Relais bildenden Cylinder

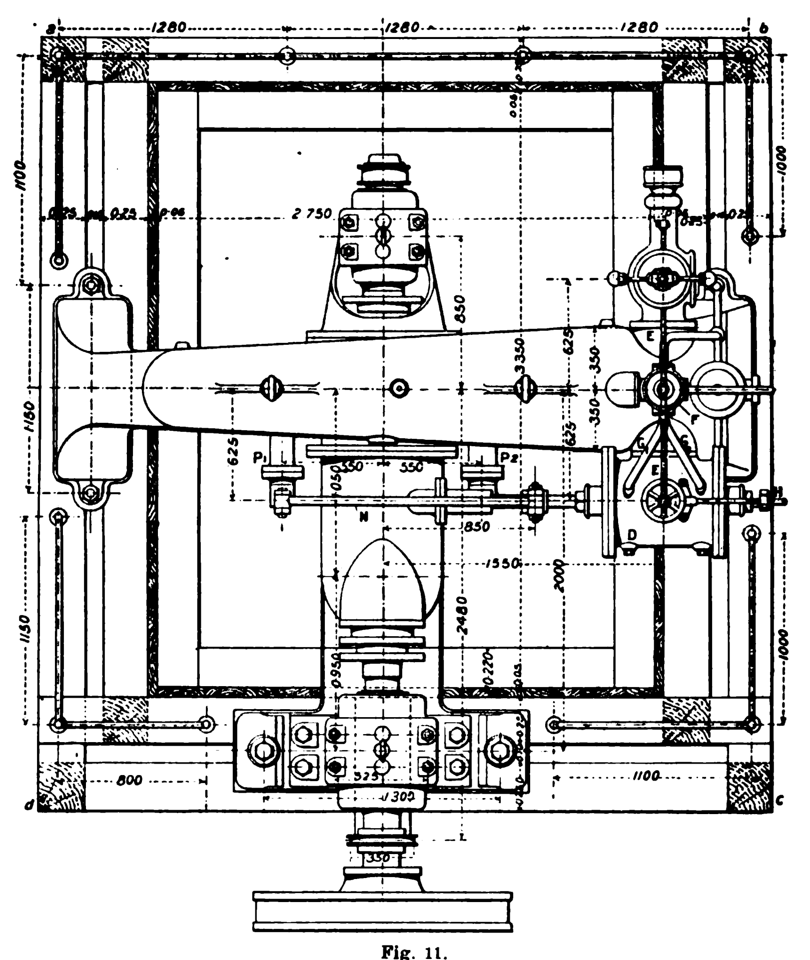


Fig. 11.

1000pferdige Spiralturbine von Ganz und Cie.

eingeführt. Das aus dem Oberkanal entnommene Wasser, welches den Cylinder des Relais oder Servo-Motors speist, durchfliesst, bevor es durch das Ventil tritt, einen senkrechten Filter. Die Rohrleitung ist derart angeordnet, dass zeitweise auch, im Falle der Filter ausser Dienst ist, mit ungereinigtem Wasser gearbeitet werden kann. Die Firma hat neuerdings übrigens eine Verbesserung dahin angebracht, dass, um Störungen durch Verstopfungen ein für allemal zu vermeiden, mit einem bestimmten gereinigten Wasservorrat gearbeitet wird.

Gleichzeitig mit Oeffnen des Ventils an der einen Seite des Cylinders für Eintritt des Druckwassers wird auf der anderen Seite mit dem Abfluss durch ein vertikales aus der Abbildung ersichtliches Rohr, das in den Ablaufkanal geführt ist, die Verbindung hergestellt. Das freie Ende des Hebels E befindet sich oberhalb des Cylinders; es wirkt wie ein augenblicklich festgehaltenes Gelenk für jede Anfangsbewegung des Cylinders, in Wirklichkeit folgt es aber jeder durch die Kolbenstange hervorgerufenen bestimmten Schwankung. Wie ersichtlich, geht die Kolbenstange durch eine an der Rückseite des Cylinderdeckels angebrachte Stopfbüchse hindurch, woselbst sie ein Gestänge trägt, welches mittels Winkelhebel K den Gelenkzapfen des Hebels E trägt.

Sobald die Kolbenstange sich bewegt, erhält der Hebel eine kleine Bewegung in entgegengesetzter Richtung zu derjenigen, welche das Oeffnen der Einlassklappe bewirkt, daraus geht hervor, dass diese durch eine ganz geringe Kolbenbewegung geschlossen wird. Eine Einrichtung zum Feineinstellen durch Handrad und Schraube ist zwischen dem Winkelhebel K und dem Gelenkhebel E eingeschaltet. Die durch den vorderen Deckel des Relaiscylinders gehende Kolbenstange wirkt gleichzeitig auf den gleicharmigen Hebel M und dieser bewegt durch die beiden Zwischenhebel N_1 und N_2 die Regulierwellen P_1 P_2, auf die im Inneren die Kurbeln aufgekeilt sind. Letztere sind schliesslich derart angeordnet, dass sie durch die Bewegung des Regulierringes die freie Weite des Wassereintritts in die Leitschaufeln regeln.

In Fig. 9 ist die Welle P_1 der Anschaulichkeit halber so eingezeichnet, als ob sie an der Seite des Turbinenrades läge, was aber in Wirklichkeit nicht der Fall und durch Vergleich der Fig. 10 mit Fig. 9 sofort zu erkennen ist.

Gleichsam als Kontrast zu dieser Turbine präsentiert sich eine 5pferdige Girard-Turbine für partielle Beaufschlagung mit horizontaler Achse, Durchmesser 600/800 mm, die unter einem Gefälle von 50 m und einem Aufschlag von 10 l in der Sekunde 5 PS leistet.

Von den Vereinigten Werkstätten *Danubius* wurde eine horizontale Francis-Turbine für Riemenabtrieb und Handregulierung, mit *Fink*'scher Drehschaufelregelung, die nichts Bemerkenswertes bietet, ferner ein Francis-Laufrad, 1,80 m Durchmesser mit 26 eingegossenen Stahlblechschaufeln und ein Girard-Laufrad mit eingegossenen Stahlblechschaufeln, die auch der Breite nach gekrümmt sind, somit eine Art Schale bilden, zur Ausstellung gebracht.

Was die übrigen Turbinenaussteller anbetrifft, so ragen deren Leistungen mit Ausnahme einer *norwegischen* und einer *schwedischen* Firma so wenig hervor, dass sie für unsere Ueberschau nicht weiter in Betracht kommen können.

Die *Giesserei und mechanische Werkstätte* in Drammen (Norwegen) hat eine komplette 130-pferdige Aktionsturbine mit wagerechter Achse, innerer Beaufschlagung, angebautem Regulator und Servo-Motor, der durch Röhren mit der Hochdruckleitung verbunden ist, ausgestellt. Das Arbeitsgefälle beträgt etwa 100 m, der innere Durchmesser des fliegend auf der Achse sitzenden Laufrades mit 36 Gussschaufeln ist 750 mm, der äussere 1050 mm, Umdrehungszahl = 500 in der Minute. Zwei einzelne Laufräder für radiale innere Beaufschlagung, wovon ein Stück 640/940 mm Durchmesser, 36 eingegossene Stahlblechschaufeln, Ausweitung 40/110 mm, sowie ein zweites für 120 m Gefälle mit 1500/1860 mm Durchmesser, 78 Gussschaufeln, bei 50/150 mm Schaufelbreite zeigen, wie die vorbeschriebene Turbine, nur auf einer Seite Ventilationslöcher. Bei diesen Ausstellungsobjekten erscheint die Abrundung der Arme und Kranzprofile besonders vorteilhaft gegen Luft- und Wasserwiderstand zu sein.

In Norwegen kommt es öfters vor, dass die hauptsächlich bei Turbinen für elektrische Anlagen mitzuliefernden Schwungräder nicht aus einem Stück gegossen werden können, weil der Transport so umfangreicher und schwerer Stücke zufolge der schlechten Verkehrswege in jenen Gegenden unmöglich gemacht ist. Die Maschinenfabriken helfen sich dadurch, dass sie den Schwungring in Segmenten und die Nabe für sich allein giessen und diese Stücke durch Stahlscheiben am Platze zusammennieten lassen. Indem solche Schwungringe nicht abgedreht sind und demzufolge unrund laufen, so wird die Nabe weiter ausgebohrt als die Welle erfordert und das Rad auf vier Keile gesetzt, mit welchen dasselbe zentrisch aufgefangen wird.

Schweden. Die von der *Maschinenbaugesellschaft d'Arboga* in Arboga zur Ausstellung gebrachte vierfache Turbine in geschlossenem Gehäuse mit Saugrohr, äusserer radialer Beaufschlagung und wagerechter Achse, bildet keine nachahmungswerte Konstruktion, auch lässt die Qualität der Ausführung manches zu wünschen übrig.

Die Art der Regelung im Zulaufrohr ist nicht empfehlenswert, weil der Antrieb mittels Zahngetriebe im Beaufschlagungsraume liegt und zu Betriebsstörungen und Brüchen Anlass geben kann, ferner ist die gänzlich unzugängliche Lage der Leitapparate zu tadeln, des weiteren gibt der enge Raum der Gehäuse, in welchem dieselben untergebracht sind, Veranlassung zu Unruhe in der Wasserbewegung.

Die Turbine wurde für eine Leistung von 300 PS bei 10 m Gefälle gebaut; der äussere Laufraddurchmesser ist 700 mm bei 240 mm Radbreite, die Umdrehungszahl beträgt 250 in der Minute. Der Leitapparat besteht aus zwei konzentrischen Ringen mit 12 Leitschaufeln. Der äussere Ring wird durch Hebelwerk und Zahnsegment verdreht und auf diese Weise die offenen Zellen durch die verdickten Kopfteile der Leitschaufeln überdeckt. Dass das Güteverhältnis durch die unrationelle Regelanordnung leidet, beweisen die mit der Turbine erzielten Nutzeffekte, indem sich bei Bremsversuchen unter voller Beaufschlagung ein Wirkungsgrad von 0,80, bei $^3/_4$ ein solcher von 0,74 und bei $^1/_2$ Beaufschlagung von nur 0,60 ergeben hat.

In Wasserrädern ist die Ausstellung äusserst spärlich beschickt. In Verbindung mit einer dreifachen Expansionsdampfmaschine von 675 PS für einen Raddampfer hat die *Hollande Diepeveen Sels und Smit* in Kinderdyck zwei eiserne Schaufelräder, je 4,6 m Durchmesser, 2,45 m Breite mit je neun schmiedeeisernen aufgeschraubten Schaufeln von 0,76 m radialer Tiefe vorgeführt. Die neunarmigen Räder zeigen verhältnismässig leichte Bauart und durchgehends geschraubte Verbindungen, für welche — der Betriebssicherheit wegen — Vernietung wohl vorzuziehen wäre.

Regelvorrichtungen. Durch die Entwickelung, welche der Turbinenbau den ganz aussergewöhnlichen Anforderungen der Elektrotechnik entsprechend, nach der Seite der Anpassung an veränderlichen Kraftverbrauch genommen hat, ist die Regulierfrage nach zwei Richtungen hin zur Hauptaufgabe für die Konstrukteure geworden.

Bei Turbinenregulierungen besteht gegenüber denjenigen von Dampfmaschinen der Unterschied, dass bei letzteren das Regelsystem in gleicher Art und Weise ausgeführt werden kann, wie gross auch die Maschine sei. Für Turbinen liegen indessen die Verhältnisse anders, hier kann sich ein Regelsystem als zweckmässig und dauerhaft erweisen, dasselbe lässt sich aber nur bis zu einem bestimmten Turbinendurchmesser oder einer gewissen Maschinenstärke mit Vorteil ausführen. Das Gefälle soll am Motor möglichst unverändert erhalten bleiben, weshalb die Regulierung nur auf die der Maschine zugeführte Wassermenge einwirken muss. Die grössten Schwierigkeiten stellen sich der Regulierung erfahrungsgemäss bei grösseren Wassermengen entgegen und gibt die auf der Ausstellung vorgeführte Mannigfaltigkeit der angewendeten Mittel für diese Aufgabe keine durchaus befriedigende Lösung.

Es kann hier nicht der Ort sein, auf diese Frage näher einzutreten, die in zwei Gesichtspunkten gipfelt:

1. Der Regelung des Wasserverbrauches am Motor selbst.

2. Den Apparaten, wodurch die Regulierung eingeleitet wird, und mögen deshalb nur die bei der Ausstellung als typisch auftretenden Einrichtungen kurz erwähnt sein.

Bei den Girard-Turbinen scheint man von den senkrechten Schiebern für jeden einzelnen Leitkanal abgekommen zu sein, wenigstens werden solche nicht gezeigt, an deren Stellen sind Drehklappenregulierungen getreten.

Der Ringschieber, als einfacher Regelkranz, sowohl am äusseren Umfang des Laufrades als auch die Glockenschütze zwischen Leit- und Laufrad finden sich am häufigsten bei Radialturbinen angewendet. Für innenschlächtige Hochdruckturbinen bewährt sich allem nach zu schliessen der Zungenschieber nach wie vor. Für Löffel- und Becherräder kommt die einzelne regelbare Düse mit rechteckigem Ausflussquerschnitt von mehreren Spezialfabriken zur Ausführung.

Die *Fink*'schen Drehschaufeln mit einigen unwesentlichen Varianten bezüglich der Lage des Angriffpunktes für die Bewegung finden sich fast durchgehends an den ausgestellten Francis-Turbinen angebracht.

Eine Abweichung hiervon weist die Konstruktion der Beznau-Turbine auf, deren Leitschaufeln geteilt sind und aus zwei Stücken, einer feststehenden und einer um Scharniere beweglichen zentrisch geführten Klappe bestehen, die von einem gemeinschaftlichen Regulierkranz, von welchem aus auf jede ein Hebel wirkt, bewegt werden.

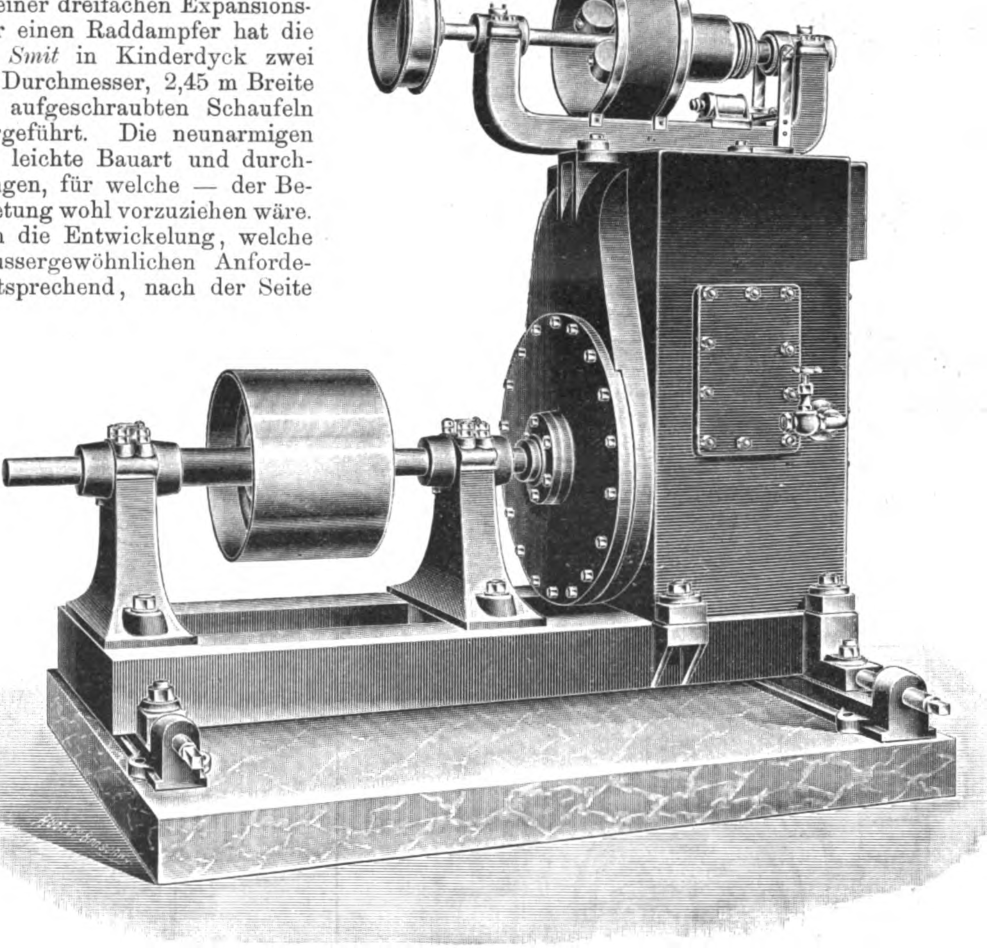


Fig. 12.
Hydraulischer Widerstandsregulator von Rüsch-Sendtner.

Die Regulierung nach *Zodel*'s Patent Nr. 91931 ist bekannt; ein Gegenstück zu derselben bildet die von einer schwedischen Werkstätte an den Arboga-Turbinen ausgeführte Konstruktion, bei welcher der Leitapparat aus zwei konzentrischen Ringen mit verdickten Schaufeln besteht, wobei der äussere Ring mittels Zahnsegment verdreht wird. Die durch letztere Anordnung bei teilweiser Abschützung der Turbine erzeugten schädlichen Räume und die Verengung des Wasserdurchflusses machen sich durch

starkes Sinken des Wirkungsgrades bei abnehmender Beaufschlagung unangenehm bemerkbar.

Was die Präzisionsregulatoren anbetrifft, so ist besonders bei schweizerischen Firmen eine aussergewöhnliche Anzahl sinnreicher und vortrefflich konstruierter Apparate vertreten; eine zweckdienliche und befriedigende Lösung dieser Aufgabe dürfte sich allem Anschein nach vorbereiten.

Die Konstruktion mehrstufiger Turbinen auf einer Welle, um für grosse Krafteinheiten hohe Tourenzahlen zu bekommen, zieht den Nachteil einer Vermehrung der unter Wasser liegenden Regelorgane nach sich, erschwert die automatische Regulierung und steigert den für dieselbe benötigten Kraftaufwand, wogegen als alter Erfahrungssatz feststeht, dass sich jede Regulierung um so besser bewährt, je einfacher sie ist und aus je weniger Teilen dieselbe besteht.

Eine Weiterentwickelung des Turbinenbaues und die rationelle Ausnutzung billiger Wasserkräfte dürfte in einer durchgreifenden Behandlung dieser Hauptfrage zu suchen sein.

Lassen auch die auf der Pariser Weltausstellung vereinigten Turbinen in ihrer Gesamtheit ein abschliessendes Urteil über den heutigen Stand des Turbinenbaues nicht zu, auch schon insofern nicht, als mehrere der in diesem Spezialfach als leistungsfähig anerkannten Länder gar nicht vertreten sind, so kann der Fachmann doch aus dem Gebotenen folgern, *dass dem Radialsystem zweifellos die nächste Zukunft gehört*, und zwar für mittlere Gefälle in der Anordnung als Ueberdruckturbine (*Francis*), wo immer angängig, mit wagerecht gelegter Achse, und für Hochdruckgefälle die Bauarten der radialen äusseren oder inneren Beaufschlagung mit Druckwirkung (*Schwamkrug, Pelton*).

Die im Gebiete der Schweiz, Oesterreichs, Spaniens, Italiens, Frankreichs u. s. w. in den letzten Jahren ausgebauten Anlagen, bei welchen der Antrieb durch Wassermotoren zu Grunde gelegt ist, die zu den grössten der Welt gehören, bestätigen diesen Schluss.

In der österreichischen Abteilung befinden sich die von *J. Ig. Rüsch* in Dornbirn (Vorarlberg, Oesterreich) gebauten Bremsregulatoren (Fig. 12), welche der Vollständigkeit halber noch Erwähnung finden mögen.

Die Konstruktion derselben dürfte allgemein bekannt sein und garantiert der Erbauer, dass die totale Aenderung der Tourenzahl einer mit diesem Apparat versehenen Maschine nur 2½ % betrage, wenn die volle Bremskraft, für welche der Regulator gebaut ist, ausgenutzt wird, desgleichen 1½ %, wenn nur die halbe Leistung in Anspruch genommen wird.

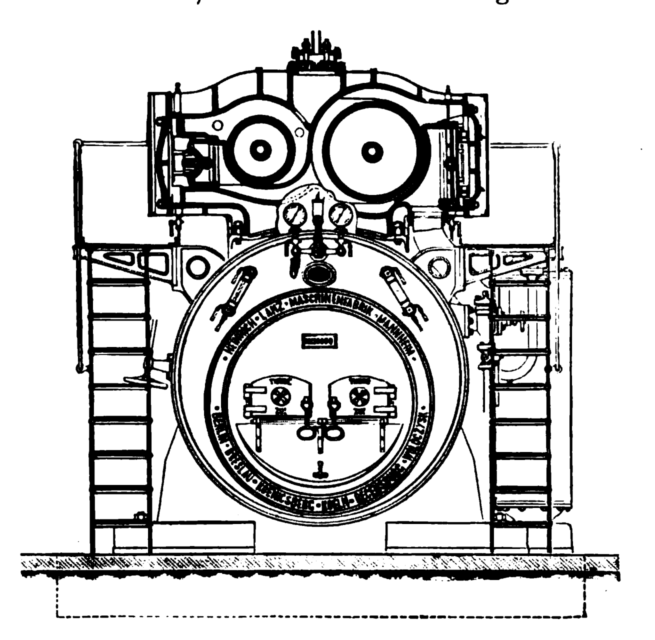
Der Arbeitsverlust betrage bei unmittelbarer Kuppelung nicht viel mehr als 1 %, bei gutem Riemenantrieb erreicht derselbe 4 bis 5 % der erzielten Bremskraft. Durch sieben Modellgrössen, wobei die kleinste Nummer 1300, die grösste 600 Touren in der Minute macht, können Bremsleistungen von 3 bis 150 PS erlangt werden. Die Leergangsarbeit sinkt bei Wahl eines Regulators mit niederer Tourenzahl. Durch Veränderung der letzteren kann jedes Modell des Regulators für verschiedene Maximalleistung verwendet werden; wo hohe Tourenzahl nicht erreichbar ist, oder auf geringste Leergangsarbeit gesehen wird, ist eine grössere Nummer mit niederer Umdrehungszahl zu wählen.

(Schluss folgt.)

Lanz'sche Compoundlokomobile von 250 PS_e Normalleistung auf der Weltausstellung Paris 1900.

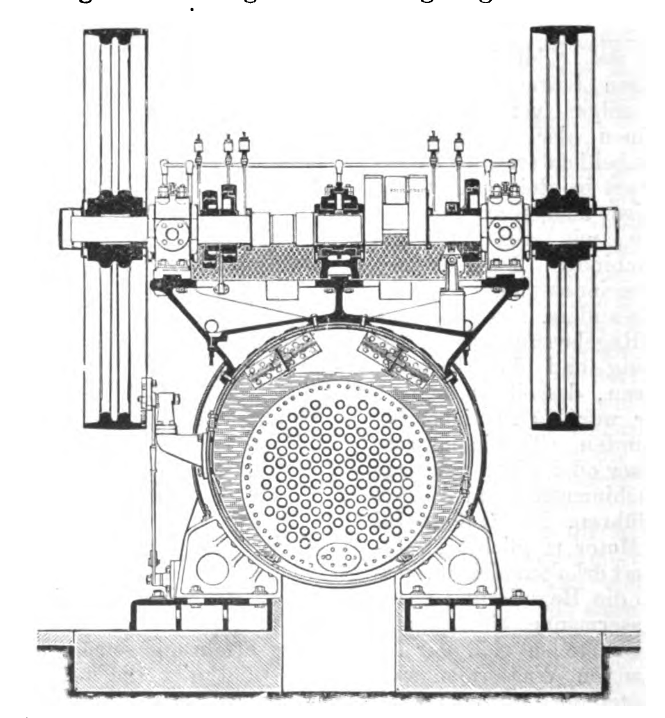
Dem ausführlichen Berichte über „Die Dampfmaschinen der Pariser Weltausstellung“ voraneilend, bringen wir über ein bemerkenswertes Ausstellungsobjekt der deutschen Maschinenindustrie die nachstehende kurze Mitteilung:

In Gruppe IV, Klasse 19 zeigt die Firma *Heinrich Lanz* in Mannheim eine schwere Compoundlokomobile, die 10000. Lokomobile, die in ihren Werkstätten gebaut wurde.



Die Maschine gewährt durch ihre aussergewöhnliche Grösse und die in allen Details zu Tage tretende Gediegenheit der Ausführung und der Bauart einen Anblick, der jeden Ingenieur und Sachkundigen mit Genugthuung erfüllt.

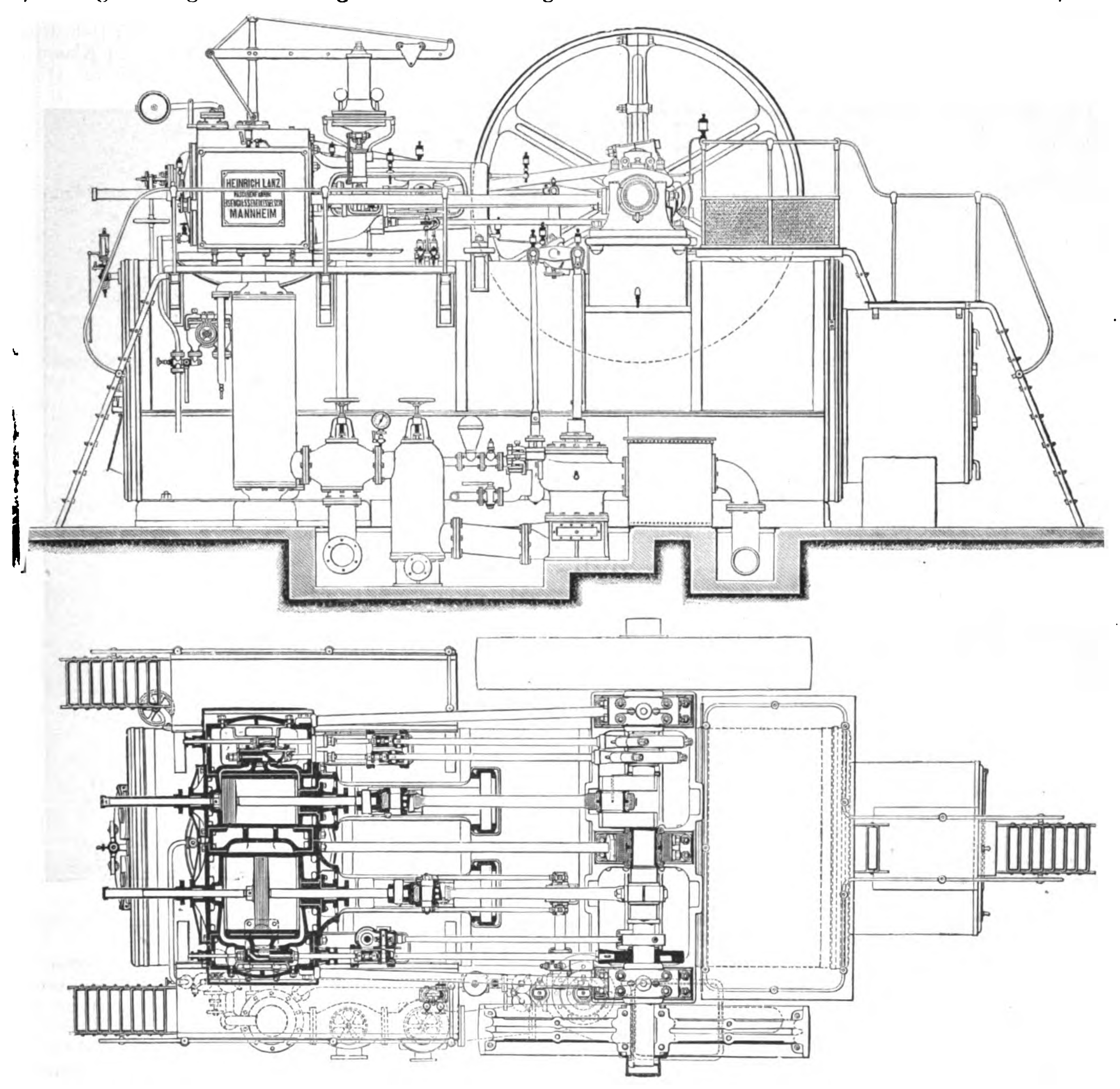
Als vor etwa vier Jahrzehnten in Deutschland die ersten Maschinenbauer die Konstruktion von Lokomobilen ins Werk setzten, ahnte wohl niemand, zu welch hoher Bedeutung diese Gattung von Motoren gelangen sollte. Wohl



drang die Erkenntnis der vielfachen wichtigen Vorteile, die der Betrieb mittels Lokomobile darbietet, wie z. B. das geringe Raumbedürfnis, die leichte Auswechselbarkeit und Verkäuflichkeit bei Anlageerweiterungen u. s. w. schnell

in weitere Kreise und sicherte der Lokomobile einen hervorragenden Platz unter den Kraftmaschinen, so dass ihre Verwendung von Tag zu Tag allgemeiner wurde. Doch, dass es möglich war, der ehemaligen, viel verlästerten Hilfsmaschine im Laufe einer nur kurzen Epoche den Grad von technischer Vollendung und Leistungsfähigkeit zu geben, wie er an manchen zur Ausstellung gebrachten Lokomobilen in die Erscheinung tritt, muss uneingeschränkte Bewunderung erregen.

Von der Bauart der *Lanz*'schen Maschine geben nachstehende Zahlen ein Bild. Die Maschine ist 5,5 m hoch, 8,4 m lang und wiegt etwa 65 000 kg. Die beiden Schwungräder messen im Durchmesser 3200 mm und wiegen jedes für sich etwa 4700 kg. Der Cylinderkasten ohne Zubehörteile hat das ansehnliche Gewicht von 6000 kg. Die Normalleistung beträgt 250 PS_e, die Maximalleistung 460 PS.



Die Maschine ist eine sogen. Halblokomobile, die bekanntlich heute in gewerblichen und industriellen Betrieben als motorische Kraft in ausgedehntem Masse verwendet wird. Sie arbeitet, wie schon angedeutet, nach dem Compoundsystem, ferner mit Einspritzkondensation. Der Kessel, ein Röhrenkessel von 135 qm Heizfläche, ist samt der aus einem Stück gefertigten Wellrohrfeuerbüchse, System *Morryson*, ausziehbar, um eine schnelle, bequeme und gründliche Reinigung von Kesselsteinansätzen zu ermöglichen. Hoch- und Niederdruckcylinder sind vollständig im Dampfraum gelagert, so dass also alle Kondensations- und Druckverluste des Arbeitsdampfes vermieden sind. Es ist bekannt, dass in der hieraus sich ergebenden Verbilligung der Betriebskosten ein wichtiger Vorzug des Lokomobilbetriebes liegt. Die Steuerung wird durch die eine grosse Sparsamkeit im Dampfverbrauch sichernde, selbstthätige Expansionssteuerung, System *Rider*, bewirkt. Die Gangart der Maschine ist eine vollendet ausgeglichene und ruhige, ein Umstand, den auch die elektrische Beleuchtungsindustrie, die der Compoundhalblokomobile in neuerer Zeit ein ausgedehntes Feld der Verwendung bietet, zu schätzen weiss.

Die Maschine besitzt einen Röhrenvorwärmer, in dem durch Benutzung des Abdampfes das Speisewasser auf eine hohe Temperatur vorgewärmt wird. Der Abdampf wird dabei durch ein in dem Behälter angebrachtes Messingrohrsystem geleitet, kommt also mit dem Speisewasser in keine direkte Berührung. Dieses Verfahren der Speisewasservorwärmung ist anderen Systemen, die man sonst bei ähnlichen Anlagen antrifft, überlegen, namentlich aus dem Grunde, als das Speisewasser nicht durch vom Abdampf mitgeführtes Oel und Fett verunreinigt werden kann.

Die Ausstellungsmaschine hat zwischen Dampfcylinder und Kurbelwellenlager, wie alle *Lanz*'schen Lokomobilen, sogen. Strebestangen, die hauptsächlich dazu dienen, den von dem Kolben auf die Kurbelwelle übertragenen Druck in der Maschine selbst aufzuheben und so jede Biegungs-

anstrengung auf den Kessel zu vermeiden. Nicht allein erhält dadurch die Maschine grössere Stabilität, sondern es wird insbesondere auch der Kessel entlastet und geschont. Da die Lagerstühle in breiten eingehobelten Längsnuten des Lagersattels verschiebbar angeordnet sind, werden die Lager mit der Kurbelwelle von den Strebestangen in der richtigen Stellung zum Cylinderkörper straff festgehalten. Infolgedessen kann der Kessel beim Warmwerden sich ungehindert strecken, ohne die Lage der Maschinenorgane, namentlich die auf den Dampfverbrauch und gleichförmigen Gang der Maschine so wichtige Schieberstellung im geringsten zu verrücken.

Die Maschine ist ausserdem noch mit einer Anzahl Neuerungen ausgestattet, die eine Vervollkommnung in technischer Hinsicht bezwecken. So sind die Kurbelwellenlager als Ringschmierlager ausgebildet, die Schmierung der Exzenter erfolgt mittels Oelringe, welche durch Zentrifugalkraft das Oel in die Exzenter schleudern. Diese Einrichtung ermöglicht die Schmierung sämtlicher Teile auch während des Ganges der Maschine. Ferner wird die Luftpumpe nicht, wie bisher mittels Exzenter, sondern durch Hebel angetrieben, welche mit dem Kreuzkopf des Niederdruckkolbens verkuppelt sind. Es ist diese Anordnung insofern sehr zweckmässig, als sie gestattet, dass die Schwungräder auf beiden Seiten dicht neben die Lager gesetzt werden können. Sodann ist gegen Rückkühlungsverluste in der Weise ein weiterer Schutz geschaffen, dass die Cylinderdeckel mit direktem Dampf geheizt werden; zu dem gleichen Zwecke ist sowohl die vordere wie die hintere Stirnwand des Kessels mit besonderer isolierender Umkleidung versehen.

In dieser vortrefflichen Ausstattung, die allen Erfordernissen des modernen Fabrikbetriebes gerecht wird, ist das Ausstellungsobjekt in hervorragendem Masse geeignet das Ansehen der heimischen Maschinenindustrie unter den fremden Nationen zu vermehren und ihnen Achtung vor dem *„Made in Germany“* einzuflössen. Unsere Industrie bedarf solcher Akklamation, um den mehr und mehr sich zuspitzenden Konkurrenzkampf auf dem Weltmarkte siegreich führen zu können.

An dem Wettbewerb selbst konnte sich die Firma *Heinrich Lanz* nicht beteiligen, da deren Chef, Geh. Kommerzienrat *Lanz*, als Vizepräsident der Jury in Klasse 19 (Dampfmaschinen, Lokomotiven, Kessel) fungierte.

Es mögen über die herstellende Firma noch einige kurze Angaben hier Platz finden.

Heinrich Lanz beschäftigt in seinen umfangreichen Betrieben etwa 3500 Arbeiter, und sind in den Werkstätten beständig über 900 Werkzeugmaschinen im Betriebe. Das Fabrikgelände in Mannheim, zum Teil noch unüberbaut, hat einen Flächeninhalt von etwa 400000 qm und haben die darin befindlichen Normalspurschienenstränge eine Länge von 10 km, nicht eingerechnet die Anschlussgeleise zum Bahnhof. Der tägliche Verbrauch an Roheisen beträgt etwa 70000 kg. Die jährliche Produktion beträgt 1500 Lokomobilen.

Magnetische Störungen durch die elektrische Strassenbahn im physikalischen Institute der technischen Hochschule München.

Von Privatdozent Dr. **Karl T. Fischer.**

1. Als vor 2 Jahren in nur 150 m Entfernung vom physikalischen Institut unserer Hochschule eine elektrische Trambahnlinie vorbeigeführt werden sollte — die sogen. Ringlinie —, erhob zwar dessen Vorstand Prof. Dr. *H. Ebert*



keinen Einspruch gegen die Wahl des Oberleitungssystems, um der Entwickelung des Verkehrs seitens eines wissenschaftlichen Institutes nicht im Wege zu stehen, stellte aber die Bedingung, dass im Falle grössere Störungen eintreten sollten, die Trambahngesellschaft dem Institute eine entsprechende Summe zur Anschaffung von Galvanometern mit kräftigen, feststehenden Magneten und beweglicher Spule — Deprez-d'Arsonval-Typus — zur Verfügung stellen müsse — eine Bedingung, die sowohl das königl. bayerische Kultusministerium wie die Trambahngesellschaft als den einfachsten Ausgleich in der nicht leichten Interessenfrage anerkannten. Als später die Trambahnlinie in Betrieb genommen war und ich von Prof. *Ebert* veranlasst wurde, die *Messung* der Störungen vorzunehmen, habe ich die folgende Untersuchung angestellt, welche den Zweck hat, *mit möglichst einfachen Mitteln den Gang der Störungen der magnetischen Deklination während mindestens 36 Stunden genau messbar zu verfolgen.*

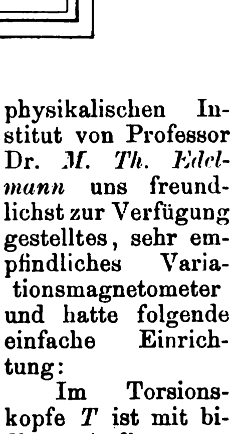


Fig. 1.

2. Zur Kennzeichnung der *Situation* dient Fig. 1, welche das Leitungsnetz der Münchener Strassenbahn darstellt [1]); soweit die Linien stark ausgezogen sind, erfolgte zur Zeit der Beobachtung (21. bis 23. Dezember 1899) der Betrieb elektrisch; auf den schwach gezeichneten Linien waren noch Pferde in Verwendung. Die Zuführung des Stromes geschieht durch eine blanke Oberleitung, die Rückleitung erfolgt durch das Schienendoppelgeleise; die Betriebsspannung ist die der städtischen Zentrale, welche die Trambahn mit *Gleichstrom* versorgt und beträgt 600 Volt. Von der Zentrale *Z* aus führen Kabel von dem angegebenen Querschnitt den Strom den Speisepunkten *SP* der Oberleitung zu, und von einigen Punkten des Netzes wird von den Schienen aus der Strom durch eigene Rückleitungskabel, die gleichen Querschnitt wie die Zuleitungskabel haben, zur Zentrale zurückgeführt. Die Zentrale *Z* liegt ziemlich weit im Osten der Stadt; der Beobachtungsort *B*, ein Kellerraum unseres physikalischen Institutes, ist 170 m von der Theresienstrasse, 350 m von der Augustenstrasse entfernt. Die verwendeten Trambahnwagen erfordern etwa 30 bis 40 Ampère Stromstärke zum Anfahren; die mittlere Stromstärke der Theresienstrassenleitung dürfte unter Tags auf rund 150 Ampère zu veranschlagen sein (genauere Zahlen sind darüber nicht vorhanden). Der Schienenquerschnitt des Doppelgeleises entspricht 2750 qmm Kupferquerschnitt und würde pro Kilometer 0,005 Ohm Widerstand geben, falls die Verbindungswiderstände, welche in unserem Falle unbekannt sind, nicht berücksichtigt werden. Der Boden, in den die Schienen eingelassen sind, hat Kiesgrund und ist stark kalkhaltig. Da die magnetischen Störungen durch Strassenbahnen hauptsächlich durch Erdströme verursacht sind [2]), so ist von vornherein klar, dass dieselben vom Wetter sehr abhängig sind; an den Beobachtungstagen lag fusshoher Schnee und die Lufttemperatur war seit mehreren Tagen — 5 bis — 10° C.

3. Das verwendete magnetische *Instrument* (Fig. 2) war ein aus dem mechanisch-physikalischen Institut von Professor Dr. *M. Th. Edelmann* uns freundlichst zur Verfügung gestelltes, sehr empfindliches Variationsmagnetometer und hatte folgende einfache Einrichtung:

Im Torsionskopfe *T* ist mit bifilarer Aufhängung, die mit Schraube *B* reguliert werden kann, an feinem Kokonfaden ein Glockenmagnet *G* gehalten, welcher in einer Kupferkugel *K* schwingt, und durch sie aperiodisch gedämpft ist; die Bewegungen des Glokkenmagneten können durch einen von dem Spiegel *S* reflektierten Lichtstrahl sichtbar gemacht werden; Spiegel *S* ist durch ein dünnes Aluminiumstängchen mit dem Glockenmagneten fest verbunden. Zum Schutze gegen

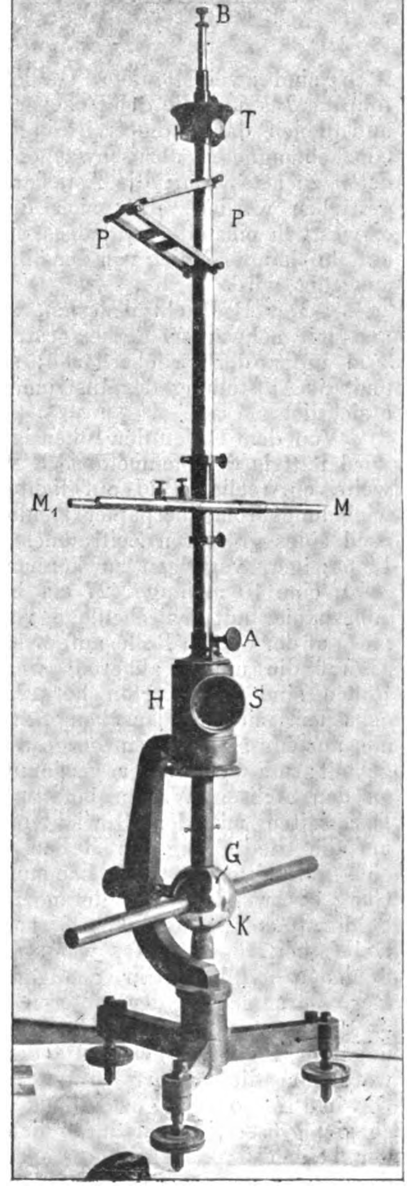


Fig. 2.

[1]) Dieselbe wurde mir in freundlichster Weise von der Trambahngesellschaft und Herrn Betriebsingenieur *A. Reitz* zur Verfügung gestellt.

[2]) Vgl. *Voller*, Störungen magnetischer und elektrischer Messinstrumente durch elektrische Strassenbahnströme (*Elektrotechnische Zeitschrift*, 1895 Bd. 16 S. 288 bis 291).

J. Edler, Untersuchungen des Einflusses der vagabundierenden Ströme elektrischer Strassenbahnen auf erdmagnetische Messungen (*Elektrotechnische Zeitschrift*, März 1900 Nr. 10).



Luftströmungen ist ein Gehäuse H aufgesteckt, welches zwei zu einander senkrecht stehende Fenster enthält, durch deren eines ein Lichtstrahl auf den Spiegel eintreten und durch deren anderes das Licht wieder austreten kann.

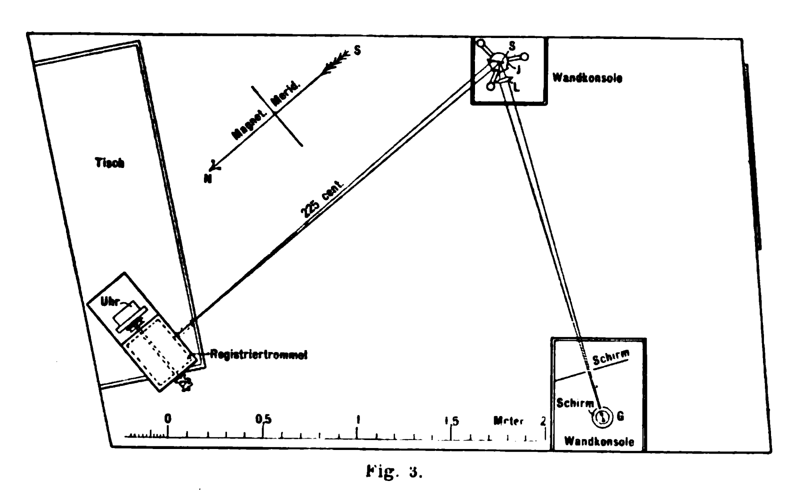


Fig. 3.

MM_1 sind zwei Magnete; sie können durch die Parallelführung PP und die Schneckenschraube A verstellt werden und dienen dazu, die Wirkung des Erdfeldes auf den Glockenmagneten abzuschwächen, d. i. den Glockenmagneten zu astasieren; die Astasierung muss so weit getrieben werden, dass sich der Glockenmagnet ostwestlich einstellt, und dass die richtende Kraft auf ihn hauptsächlich von der bifilaren Aufhängung ausgeübt wird.

4. Der Beobachtungsraum, welcher verdunkelt und mit schwarzer Farbe gestrichen wurde, lag 3 m unter der Erdoberfläche; seine Orientierung und die Aufstellung der Instrumente ist aus Fig. 3 ersichtlich.

Von dem Faden der 16kerzigen Glühlampe G [3]) wird mittels der Sammellinse L von 115 cm Brennweite ein reelles Bild auf lichtempfindliches Entwickelungsbromsilberpapier [4]) entworfen. Um während eines grösseren Zeitraumes die Bewegung des Lichtzeigers verfolgen zu können, ist, wie Fig. 4 zeigt, eine 10 m lange, 27 cm breite Rolle Bromsilberpapier mit Zwischenlage von schwarzem Papier auf der oberen Rolle aufgewickelt, von welcher es auf die untere abgerollt werden kann; beide Rollen sind aus Karton hergestellt, auf Messingächschen mittels Flanschen festgeklemmt und in ein aus Messingstangen hergestelltes Gerüste eingebaut; um das Papier gespannt zu halten, sind an den Achsen Walzen befestigt und über diese Darmsaiten mit den Gewichten $P_1 P_2$ gewunden; um die Umdrehung der Rollen zu regulieren, ist eine gewöhnliche starke Ladenuhr mit 14tägigem Gang verwendet, an deren Minutenzeiger ein Schlitzstück S angebracht ist, welches in das Gabelstück G eingreift, wenn die zwischen zwei Schienen geführte Uhr genügend genähert wird. Der Durchmesser der unteren Papptrommel ist $= 19,0$ cm, so dass ihr Umfang pro Minute um ungefähr 1 cm vorrückt. Da die Uhr zu schwach wäre, um die Papierrollen zu treiben, so ist das Gewicht P_2 grösser gewählt als P_1, und zwar um so viel grösser, dass dadurch nicht nur die Reibung der beiden Trommeln überwunden wird, sondern dass sogar noch auf die Uhr ein geringer Antrieb ausgeübt wird; es ist nur nötig, dieses Gewicht passend zu nehmen und den Stundenzeiger der Uhr fest aufzuklemmen, um einen durchaus gleichmässigen Gang der Uhr zu erzielen; ob die Uhr für sich allein geht oder mit den Registrierwalzen verbunden ist, übt nur einen geringen Einfluss auf ihren Gang aus und hatte nur etwa 3 Minuten Gangdifferenz in 24 Stunden zur Folge. Die komplette Uhr in der angegebenen Weise zu benutzen, liefert die sehr wichtige Möglichkeit, am Zifferblatt der Uhr in jedem Moment absehen zu können, wie weit das Papier abgewickelt war, und ob der Apparat regelmässig funktionierte. Um das lichtempfindliche Papier gegen das Licht des Beobachtungsraumes zu schützen, sind die Rollen in einen Kasten aus schwarz ausgestrichenem Zinkblech eingesetzt, welcher eine vorn aufklappbare Thüre mit 2 mm breitem Schlitz trägt. Ausserdem ist zum besonderen weiteren Schutze noch eine Blende bB mit regulierbarer Schlitzweite — anfangs 0,5 mm, später 0,9 mm — in den Kasten, unmittelbar vor der unteren Rolle einschraubbar.

5. Zur *Prüfung der Empfindlichkeit des Magnetometers* wurde aus einem weit entfernten Zimmer ein Stabmagnet (15 cm lang, 1,5 cm Durchmesser) geholt, in den durch das Instrument gehenden Meridian unmittelbar vor den Registrierapparat gelegt (Fig. 3) und einigemal um 180° gedreht. Da das magnetische Moment dieses Stabes nach einem von *Gauss* angegebenen Verfahren (durch Ablenkungs- und Schwingungsversuche) vorher bestimmt werden konnte, so liess sich berechnen, um wie viel die magnetische Feldstärke an der Stelle des Magnetometers durch die Nähe

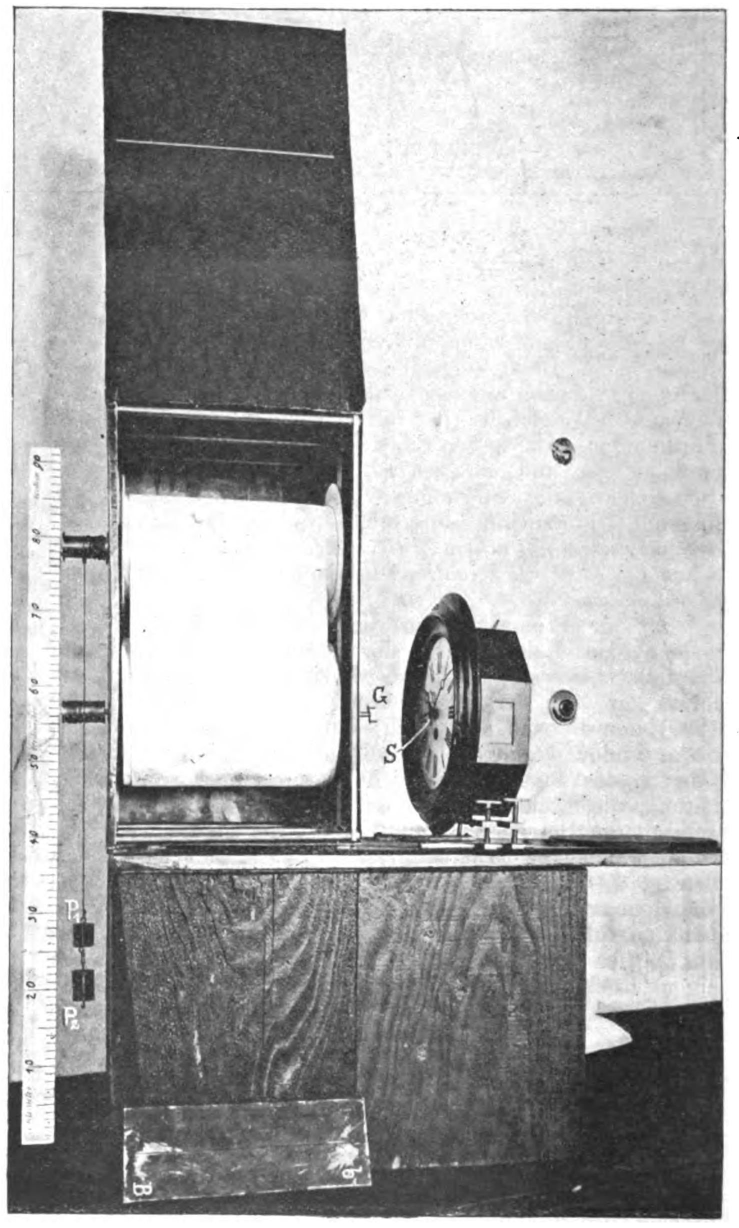


Fig. 4.

[3]) Ein Vorversuch mit einem durch Auer-Licht beleuchteten Spalt liess erkennen, dass die Glühlampe keine in Betracht kommende Störung verursacht; der Sicherheit wegen wurde daher für die grosse Versuchsreihe die Glühlampe verwendet.

[4]) Geliefert von *Schäufelen* in Heilbronn am Neckar.

des Stabmagneten geändert wurde; gleichzeitig wurde nachgesehen, welcher Ausschlag des Lichtzeigers durch den Magneten verursacht wurde. Natürlich wurden die Ablenkungsversuche angestellt, während der Registrierapparat in Gang war. Das Resultat einer solchen Aufzeichnung ist aus Fig. 5, Kurve *I*, zu ersehen. In *A* ist die Re-

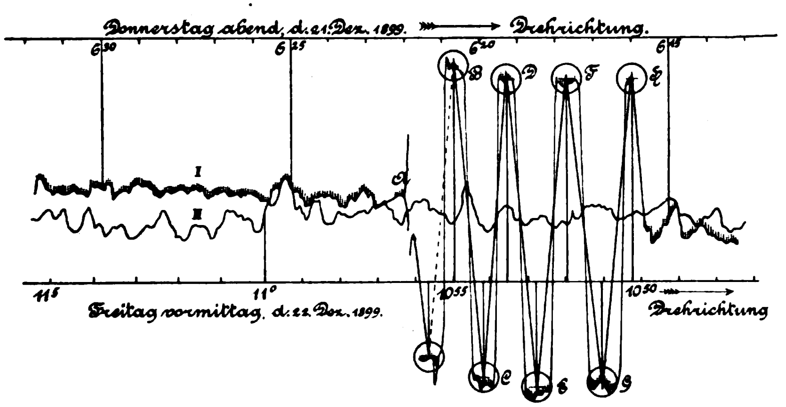


Fig. 5. (Massstab 1 : 2).

gistrierkurve dadurch unterbrochen, dass ein Ablenkungsversuch eingefügt wurde. *BCDEFGH* sind Ablenkungsmarken; die geraden Linien sind nach der Entwickelung des Papiers einkonstruiert; um Anhaltspunkte für die Zeit zu gewinnen, zu welcher gerade eine bestimmte Stelle des Papiers vor den Schlitz trat, wurde von Zeit zu Zeit vor demselben ein Zündholz abgebrannt; solche Zeitmarken

samkeitsgründen — auf demselben eine zweite Beobachtungsreihe registriert wurde. Bei dieser zweiten Kurve (*II*) wurde die Empfindlichkeit des Variometers um die Hälfte erhöht, was durch Verstellen von *T* und *PP* der Fig. 2 erreicht wurde.

6. In den folgenden *Kurven* (Fig. 6), welche Verkleinerungen von Pausen der Originalkurven im Massstab 1 : 3,3 sind, sieht man deutlich, wie die Störungen während der Nacht fast zu Null werden; die Beobachtungsreihe wurde am Donnerstag 21. Dezember 1899 abends begonnen und bis Samstag nachmittags fortgesetzt; die wichtigsten Partien der Kurven sind hier reproduziert. Nach 9 Uhr abends zeigen die Kurven bereits geringere Ausbiegungen, im Zusammenhang damit, dass von dieser Zeit ab auf den dem Polytechnikum benachbarten Linien 10-Minuten-Betrieb herrschte (vgl. $9^{\underline{20}}$ bis $9^{\underline{30}}$, $9^{\underline{40}}$). Nach 10 Uhr nehmen die Störungen weiter ab; die punktierten Strecken sind in den Aufzeichnungen nicht klar zum Ausdruck gekommen; um $10\frac{1}{2}$ Uhr treten wieder mehrere Kräuselungen ein, da um diese Zeit Theaterwagen liefen; nachdem um $11\frac{1}{2}$ Uhr die letzte Tram die Theresienstrasse passiert hatte, wurde die Kurve nahezu zackenfrei; es sind daher für die Zeit zwischen 12 Uhr nachts und Freitag 3 Uhr morgens nur kurze Stücke reproduziert. Die grosse Ruhe während der Nacht benutzte ich, um mit meinem Kollegen Herrn *Heinrich Alt* zu untersuchen, wie weit elektrische Ströme, welche im Institute verwendet werden, Störungen verursachen. Seitens unserer Beleuchtungsanlage war eine solche zu

Fig. 6.

waren um so nötiger, als die pro Stunde abgewickelte Papierlänge sich nicht genau gleich blieb, da im Laufe der Zeit auf der unteren Rolle mehrere Lagen übereinander zu liegen kamen. Die Kurve *II* entstand dadurch, dass nach einmaligem Ablauf des Papiers, dessen Enden an der unteren und oberen Trommel festgeklebt waren, der ganze Streifen bei rotem Licht zurückgedreht und — aus Spar-

fürchten, weil das Magnetometer sich nur 12 m weit von den Zuleitungen befand, und unser System aus drei parallel geführten Leitern mit blankem Mittelleiter besteht. Um $3^{\underline{05}}$ nachts schaltete Herr *Alt* vier Bogenlampen à 8 Ampère in dem nur 40 m entfernten Hörsaale für Physik der Reihe nach ein, liess die eine, dann zwei, dann drei, je $\frac{1}{2}$ Minute, alle vier 2 Minuten lang brennen und schaltete dann so

rasch wie möglich alle vier aus, während ich beim Magnetometer im Keller stand und alle 2 Minuten eine Zeitmarke durch Abbrennen eines Streichholzes fixierte. $3^{\underline{13}}$ wurde eine Serie von acht Glühlampen, welche zur Tafelbeleuchtung in demselben Hörsaal dienen, eingeschaltet. Die hierdurch hervorgerufenen Störungen sind deutlich in der Kurve zu erkennen. Einige andere Einflüsse, wie z. B. eines starken *Ruhmkorff*'schen Elektromagneten, der 80 m vom Beobachtungsort entfernt war und mittels einer im Institut befindlichen Akkumulatorenbatterie gespeist wurde, waren nur geringfügig. Nachdem wir eine Stunde lang Störungen des eigenen Instituts geprüft hatten, verlief die Kurve ziemlich geradlinig weiter. $4^{\underline{19}}$ kamen die Heizer, welche den grossen, nur 20 m vom Apparat entfernten Zentralheizungskessel zu bedienen hatten, und man erkennt deutlich die Wirkung, welche ihre Hantierungen auf das Variometer ausübten (vgl. $4^{\underline{20}}$, $4^{\underline{27}}$, $6^{\underline{13}}$). Die Zeiten, während welcher sie im benachbarten Raum arbeiteten, wurden selbstverständlich notiert, und entsprechende Zeitmarken angebracht. Gegen $6^{\underline{50}}$ morgens setzten mit dem Trambahnverkehr auch die grösseren Störungen wieder ein. Freitag, 22. Dezember, war aus zwei Gründen besonders geeignet, einmal, weil an der technischen Hochschule die Weihnachtspause bereits in ihre Rechte getreten war, und namentlich in unserem Institut grössere Störungen vermieden werden konnten, überhaupt in der Hochschule wenig Strom verbraucht wurde, und dann, weil an diesem Tage die Trambahnwagen unregelmässig liefen. In der Zeit von 8 bis 9 Uhr war der Trambahnbetrieb ganz unterbrochen, aber leider war gerade um diese Zeit das Uhrwerk stehen geblieben. In den folgenden Kurvenstücken sind die Zeiten $11^{\underline{27}}$ und $11^{\underline{45}}$ sehr interessant; es hatten um diese Zeit sechs Wagen in der Nähe des Polytechnikums angehalten und sich bald darauf wieder in Bewegung gesetzt. Während des ganzen Vormittags notierte Herr *Alt* und ich die Zeiten, in denen Trambahnwagen an der vom Uebungssaale unseres Instituts aus sichtbaren Haltestelle Arcis-Theresienstrasse hielten bezw. weiterfuhren; es liess sich aber keinerlei direkter Zusammenhang zwischen diesen Zeiten und den Zeiten maximaler Ausbiegung der Kurven finden. Das ist auch nicht zu verwundern, nachdem bekanntermassen hauptsächlich die im Erdboden fortgepflanzten Ströme die magnetischen Störungen bewirken und diesbezüglich für uns hauptsächlich die Spannungsdifferenz zwischen den Schienen in der Theresienstrasse und Ecke Augusten- und Dachauerstrasse massgebend ist (vgl. Fig. 1); und diese Spannungsdifferenz hing nicht bloss davon ab, wie viele Wagen bei uns vorbeipassierten, sondern auch wie viele in der Nähe der erwähnten Kreuzung sich bewegten. Da während des ganzen Tages Schneefall herrschte, so blieben die Kurven den ganzen Freitag über sehr *unregelmässig*, und glichen ganz dem zwischen $3^{\underline{30}}$ und $4^{\underline{30}}$ erhaltenen Probestück.

7. *Messung der mittleren Aenderung der magnetischen Feldstärke in Richtung des Meridians infolge der Trambahnstörung*: Wie schon erwähnt, wurde von Zeit zu Zeit ein Magnetstab von bekanntem magnetischem Moment $M = 2300$ Einheiten des gebräuchlichen Cent.-Gr.-Sek.-Systems in 225 cm Entfernung, in den durch das Variometer gehenden magnetischen Meridian eingestellt und nach der Entwickelung des Papieres ersehen, welcher Ausschlag hierdurch hervorgebracht wurde. Es betrug derselbe für Kurve *I* 4 cm auf die Mittellage bezogen (die Entfernung von Spiegel und Papier ist aus Fig. 3 zu entnehmen). Die Aenderung der Feldstärke $\Delta\mathfrak{H}$ am Orte des Variometers ist angenähert berechnet:

$$\Delta\mathfrak{H} = 2 \times \frac{2300}{225^3} = 0{,}0004 \text{ Einheiten}$$

des Cent.-Gr.-Sek.-Systems. Somit war die Empfindlichkeit des Variometers

$$\frac{0{,}0004}{40} = 0{,}00001 \frac{\text{Feldstärkeeinheiten}}{\text{pro 1 mm Ausschlag}}.$$

Die mittlere Ablenkung, welche die Trambahn schon bei mässigen Störungen hervorbrachte, d. i. Abstand zweier Umkehrstellen, betrug für Kurve *I* 1 cm = 10 mm; somit war *die Trambahnstörung etwa* $^1/_4$ *so gross als die Störung durch den Magnetstab, und entspricht 0,0001 Feldstärkeeinheiten C.G.S.* Da die Deklinationsfeldstärke des Erdmagnetismus = 0,2 C.G.S.-Einheiten ist, so betrug in unserem Falle die Störung der magnetischen Deklination durch die elektrische Trambahn $^1/_{2000}$ der horizontalen Feldstärke des Erdmagnetismus, d. i. $^1/_{20}$ % derselben. — Die Empfindlichkeit für die Kurve *II* betrug

$$0{,}000008 \frac{\text{Feldstärkeeinheiten}}{\text{pro 1 mm Ausschlag}}$$

und die *maximalen Störungen am Freitag 0,00028 C.G.S.* oder rund $^1/_8$ %, entsprechend einem Maximalausschlag von 35 mm der Kurve *II*.

Es sind diese Grössen zwar klein, allein unsere empfindlichen modernen Nadelgalvanometer, welche noch $\frac{1}{10\,000\,000\,000\,000} = \frac{1}{10^{13}}$ eines Ampère, d. h. des Stromes, der eine 16kerzige Glühlampe bei 55 Volt zum Leuchten bringt, zu messen gestatten, reagieren auf noch viel geringere Aenderungen der magnetischen Feldstärke. Glücklicherweise haben die Fabrikanten physikalischer Apparate (*Carpentier*, Paris, *Edelmann*, München, *Siemens*, Berlin) in den letzten Jahren Galvanometer mit feststehenden starken Magneten und beweglichen Spulen in solcher Feinheit herzustellen vermocht, dass dieselben — Deprez-d'Arsonval-Galvanometer — mit den alten Nadelgalvanometern konkurrieren können; da für die starken Magnete die genannten Störungen vernachlässigbar sind, so sind elektrische Strommessungen trotz der Trambahnstörungen in physikalischen Instituten mit grosser Präzision ausführbar; erst wenn die durch die Feldstörung in der geschlossenen Spule induzierten Stromstösse genügend stark sind, um Ausschläge zu verursachen, ist auch ein d'Arsonval-Galvanometer nicht mehr von magnetischen Störungen unabhängig. Feinere Untersuchungen des Erdmagnetismus jedoch sind in unserem Institute durch Trambahnstörungen schlechterdings unmöglich gemacht.

München, im August 1900.

Physikalisches Institut der kgl. technischen Hochschule.

Bücherschau.

La Traction mécanique et les voitures automobiles, par *G. Leroux*, ingénieur chef du service de la traction mécanique C. G. O., répétiteur à l'École centrale, et *A. Revel*, ingénieur à la Compagnie générale les Omnibus. VIII und 394 S., 108 Abb. Librairie J. B. Baillière et fils, 19, rue Hautefeuille, Paris. Preis 5 Frs.

Auf engem Raum finden wir in dem vorliegenden, der *Encyclopédie industrielle* angehörenden Bändchen das Wissenswerte aus dem Gebiet des Strassenbahnwesens übersichtlich und klar zusammengestellt. In 14 Kapiteln werden die Strassenbahnen behandelt, soweit sie mit Dampf, komprimierter Luft, Gas, Elektrizität oder durch Drahtseil betrieben werden. In mehr kursorischer Behandlung, insbesondere was den motorischen Teil anlangt, schliessen sich hieran 3 Kapitel über Automobilen, während ein Anhang von 40 Seiten die in Frankreich geltenden Verkehrsvorschriften bringt. Für die Orientierung hauptsächlich über den gegenwärtigen Stand des Strassenbahnwesens erscheint das kleine Werk empfehlenswert.

Helios, *Elektrizitäts-Aktiengesellschaft*, Köln-Ehrenfeld: **Die Gleichstrommaschinen,** Type MPD.

In einer geschmackvoll ausgestatteten kleinen Broschüre ist eine neu eingeführte Maschinengattung des *Helios* beschrieben und durch gute Abbildungen erläutert. Bei ihrer Durcharbeitung waren die leitenden Gesichtspunkte: Gefälligkeit der äusseren Form bei solidester Konstruktion, mässige Erwärmung, funkenfreier Gang bei feststehenden Bürsten. Interessenten seien auf diese Schrift aufmerksam gemacht.

Arnold Bergsträsser Verlagsbuchhandlung (A. Kröner) Stuttgart.
Druck der Union Deutsche Verlagsgesellschaft ebendaselbst.

DINGLERS
POLYTECHNISCHES JOURNAL.

81. Jahrg., Bd. 315, Heft 42. Stuttgart, 20. Oktober 1900.

Jährlich 52 Hefte in Quart. **Abonnementspreis** vierteljährlich 6 M., direkt franko unter Kreuzband für Deutschland und Oesterreich 6 M. 65 Pf., für das Ausland 7 M. 30 Pf. Redaktionelle Sendungen und Mitteilungen bittet man zu richten: An die Redaktion von „Dinglers Polytechn. Journal" in Stuttgart, die Expedition betreffende Schreiben an Arnold Bergsträsser Verlagsbuchhandlung (A. Kröner) Stuttgart



Festigkeit und Elastizität gewölbter Platten (Kesselböden).

Von **W. Schüle.**

Die beträchtlich grössere Festigkeit gewölbter, am Rand befestigter Platten gegenüber ebenen kreisrunden Platten von gleicher Stärke hat zu weitgehender Anwendung derselben als Gefässböden, besonders im Dampfkesselbau geführt. Eine Theorie gewölbter Platten ist jedoch in der Litteratur nicht zu finden und es fehlen daher die Grundlagen für eine rationelle Berechnung. Diese zu geben ist Zweck dieses Aufsatzes. Da umfangreiche Versuche von *Bach*[1]) über den Gegenstand vorliegen und noch weitere in Aussicht gestellt sind, so lassen sich die theoretischen Resultate prüfen, was bei dem Umfang, den die Theorie naturgemäss annimmt, und zur Bestätigung ihrer Grundlagen sehr erwünscht erscheint.

Es sei eine durch gleichmässigen inneren (oder äusseren) Flüssigkeitsdruck p belastete Kugelschale gegeben; ihr mittlerer Kugelhalbmesser sei r, der grösste Parallelkreishalbmesser a und die Wanddicke s.

Beziehungen zwischen Spannungen und Dehnungen.

An beliebiger Stelle habe die Spannung in Richtung des Meridians bezw. des Parallelkreises den Wert σ_n bezw. σ_y. Die radial gerichtete Spannung ist bei nicht zu grosser Wandstärke so klein, dass sie nicht in Frage kommt, ebenso wenig wie bei der ebenen Platte die zur Oberfläche senkrechte Spannung. Sind dann ε_n und ε_y die entsprechenden Dehnungen, so besteht der allgemeine Zusammenhang:

$$\frac{\varepsilon_n}{\alpha} = \sigma_n - \frac{1}{m}\sigma_y \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad 1)$$

$$\frac{\varepsilon_y}{\alpha} = \sigma_y - \frac{1}{m}\sigma_n, \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad 2)$$

worin α der Dehnungskoeffizient, m der Kontraktionskoeffizient des Plattenmaterials ist.

Es muss nun über die Verteilung der Spannungen oder der Dehnungen längs eines Kugelradius irgend eine wahrscheinliche Voraussetzung gemacht werden. Wir nehmen, ähnlich wie bei der Theorie der ebenen Platte, an, dass Punkte, die vor der Formänderung auf einem Radius liegen, auch nach der Formänderung auf der Normale der elastischen Fläche liegen; oder, was dasselbe ist, wir setzen voraus, dass ein Konusmantel, dessen Spitze im Kugelmittelpunkt liegt und dessen Achse mit der Plattenachse zusammenfällt, auch nach der Formänderung einem Konus, allerdings mit anderer Spitze, angehöre.

Bezeichnet dann ε_0 die Meridiandehnung der Mittelfläche im beliebigen Punkt K derselben (Fig. 1), ferner ω die verhältnismässige Winkeländerung des durch K gezogenen Kugelradius OK, so bestimmt sich die Meridiandehnung eines im Abstand v von K auf dem Radius liegenden Punktes P zu:

$$\left.\begin{aligned} \varepsilon_n &= \varepsilon_0 + (\omega - \varepsilon_0)\frac{v}{r+v} \\ \text{oder} \quad & \\ \varepsilon_n &= \varepsilon_0 \frac{r}{r+v} + \omega \cdot \frac{v}{r+v} \end{aligned}\right\} \quad . \quad . \quad 3)$$

[1]) *Zeitschrift des Vereins deutscher Ingenieure*, 1899 S. 1585 bis 1594 und S. 1613 bis 1625.

Die Herleitung dieser rein geometrischen Beziehung wird bei der Theorie der gekrümmten Stäbe gegeben (vgl. z. B. *Bach, Elastizität und Festigkeit*, III. Aufl. S. 438, Gl. 1).

Sei ferner $\Delta\varphi$ die ganze Aenderung des halben Zentriwinkels $DOK = \varphi$, der zu der Sehne $KD = x$ gehört, und ξ die Aenderung von x infolge der Formänderung des Meridians.

Der Parallelkreis durch P hat den Radius $x + v \cdot sin\,\varphi$.

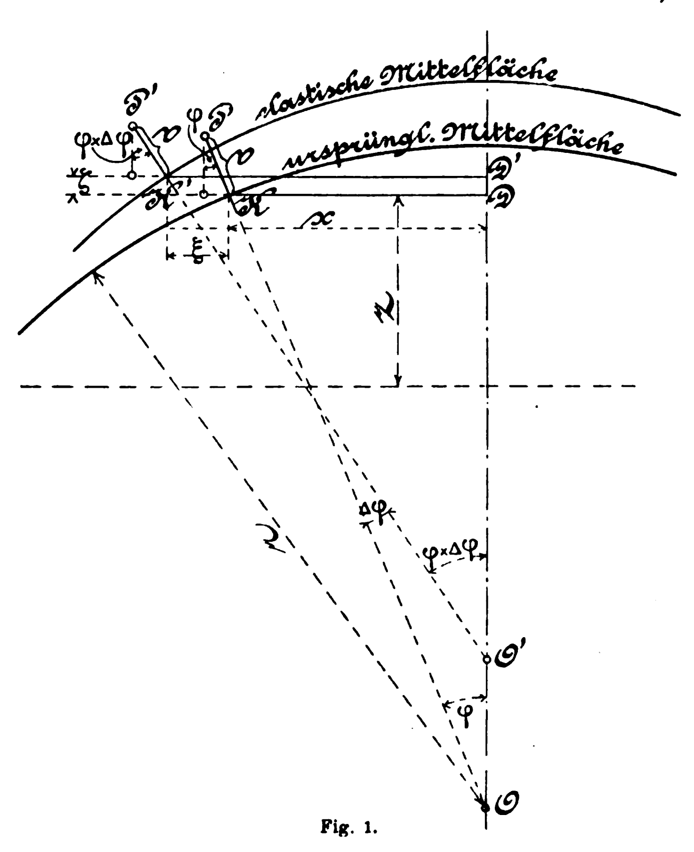


Fig. 1.

Ist dann P' der Ort von P nach der Formänderung, so hat der Radius des Parallelkreises durch P' die Länge

$$x + \xi + v \cdot sin\,(\varphi + \Delta\varphi).$$

Die Dehnung in diesem Parallelkreis ist also:

$$\varepsilon_y = \frac{2\pi \cdot (x + \xi + v\,sin\,[\varphi + \Delta\varphi]) - 2\pi \cdot (x + v \cdot sin\,\varphi)}{2\pi \cdot (x + v\,sin\varphi)}$$

oder

$$= \frac{\xi + v \cdot (sin\,[\varphi + \Delta\varphi] - sin\,\varphi)}{x + v\,\sin\varphi}.$$

Mit

$$sin\,\Delta\varphi = \Delta\varphi$$

$$cos\,\Delta\varphi = 1 - \frac{1}{2}\Delta\varphi^2$$



wird

$$\sin(\varphi + \varDelta\varphi) - \sin\varphi = -\frac{1}{2}\sin\varphi \,.\, \varDelta\varphi^2 + \varDelta\varphi \,.\, \cos\varphi,$$

daher:

$$\varepsilon_y = \frac{\xi + v \,.\, \sin\varphi \,.\, \varDelta\varphi \,.\left(-\frac{1}{2}\varDelta\varphi + cotg\,\varphi\right)}{x + v\sin\varphi}.$$

Solange $cotg\,\varphi$ noch beträchtlich grösser als $\frac{1}{2}\varDelta\varphi$ ist, was bei Zentriwinkeln von 0 bis 120° und eventuell noch darüber sicher der Fall ist, kann in der Klammer $\frac{1}{2}\varDelta\varphi$ weggelassen werden. Wir setzen daher:

$$\varepsilon_y = \frac{\xi + v\varDelta\varphi\cos\varphi}{x + v\,.\,\sin\varphi}.$$

Mit

$$\sin\varphi = \frac{x}{r} \text{ wird } x + v\sin\varphi = \frac{x}{r}\,.\,(r+v),$$

daher:

$$\left.\begin{aligned}\varepsilon_y &= \frac{r}{x}\,.\,\frac{\xi + v\varDelta\varphi\cos\varphi}{r+v}\\ \text{oder}\quad \varepsilon_y &= \frac{\xi}{x}\,.\,\frac{r}{r+v} + \varDelta\varphi\,.\,cotg\,\varphi\,.\,\frac{v}{r+v}\end{aligned}\right\} \quad . \quad 4)$$

Wir schreiben nun in Rücksicht auf die später aufzustellenden Gleichgewichtsbedingungen der Kräfte die Spannungen in Funktion der Dehnungen an. Aus 1) und 2) folgt:

$$\sigma_n = \frac{m}{m^2-1}\,\frac{1}{\alpha}\,(m\,\varepsilon_n + \varepsilon_y)$$

$$\sigma_y = \frac{m}{m^2-1}\,\frac{1}{\alpha}\,.\,(m\,\varepsilon_y + \varepsilon_n).$$

Mit den Werten in 3) und 4) wird hieraus:

$$\sigma_n = \frac{m}{m^2-1}\,\frac{1}{\alpha}\left\{r\,.\left(m\varepsilon_0 + \frac{\xi}{x}\right) + v\,.\,(m\,\omega + \varDelta\varphi\,cotg\varphi)\right\} \quad 5)$$

und ebenso:

$$\sigma_y = \frac{m}{m^2-1}\,\frac{1}{\alpha}\,.\left\{r\,.\left(\varepsilon_0 + m\,.\,\frac{\xi}{x}\right) + v.(\omega + m\varDelta\varphi.cotg\varphi)\right\} \quad 6)$$

Gleichgewichtsbedingungen.

Wir beschreiben zwei Kegelmäntel mit den halben Kegelwinkeln φ und $\varphi + d\varphi$ und legen zwei Ebenen durch die Plattenachse, welche den Winkel dx einschliessen. Das Element (Fig. 2)[2]), dessen Gleichgewicht wir untersuchen, ist nun begrenzt: nach oben und unten von der Oberfläche der Schale, nach links und rechts von den Kegelmänteln, nach vorn und hinten von den Ebenen.

Die Momentengleichung.

Als Momentenachse wählen wir die Tangente an den auf der Mittelfläche gezogenen Parallelkreis, der das Element in der Mitte seiner Breite durchdringt. Wir stellen zunächst den Drehsinn der Momente fest.

Bei positivem ω sind die Biegungsspannungen oberhalb der Drehachse positiv, unterhalb negativ. Die Drehrichtung im Uhrzeigersinn nehmen wir positiv, somit ist das Moment der σ_n positiv, das der $\sigma_n + \frac{\delta\sigma_n}{\delta\varphi}d\varphi$ negativ.

σ_y ist unter denselben Bedingungen ebenfalls oben positiv, unten negativ. Die radialen Komponenten, die das Moment liefern, drehen also sämtlich positiv.

Das Moment der Schubkräfte muss so gerichtet sein, dass der Winkel an der Kante F (linke untere Kante des Elements) spitz wird, also wie in Fig. 2 angedeutet, negativ.

Das Moment der Spannungen σ_n ist nun:

$$M\sigma_n = +\int_{-\frac{s}{2}}^{+\frac{s}{2}}\sigma_n\,.\,(x + v\sin\varphi)\,d\alpha\,dv\,v - \int_{-\frac{s}{2}}^{+\frac{s}{2}}\left(\sigma_n + \frac{\delta\sigma_n}{\delta\varphi}d\varphi\right)$$
$$(x + dx + v\sin[\varphi + d\varphi])\,d\alpha\,dv\,.\,v$$

und nach Ausrechnung der Integrale:

$$M\sigma_n = -\,d\alpha\,.\,\frac{m}{m^2-1}\,\frac{1}{\alpha}\,\frac{s^3}{12}\,d\,(A\sin\varphi).$$

Man erhält ferner:

$$M\sigma_y = +\frac{m}{m^2-1}\,\frac{1}{\alpha}\,B\,\frac{s^3}{12}\,d\alpha,$$

worin

$$A = m\omega + \varDelta\varphi\,cotg\,\varphi$$

und

$$B = \omega + m\varDelta\varphi\,cotg\,\varphi$$

gesetzt ist.

Zur Bestimmung von M_τ ist die vertikale Gleichgewichtsbedingung heranzuziehen. Ist S_n die ganze Normalkraft der Seitenringfläche (Fig. 2) und T die ganze Schubkraft, so ist:

$$S_n\,.\,\sin\varphi + T\cos\varphi = \pi x^2 p,$$

daher

$$T = \pi x^2 p\,\frac{1}{\cos\varphi} - S_n\,.\,tg\,\varphi \quad . \quad . \quad . \quad . \quad 7)$$

Hiermit lässt sich das Moment der Schubkräfte für das Element ausdrücken.

$$M_\tau = -\,T\,.\,\frac{d\alpha}{2\pi}\,r\,.\,d\varphi$$
$$= -\frac{d\alpha}{2\pi}\,r\,.\,d\varphi\,.$$
$$\left\{\frac{\pi x^2 p}{\cos\varphi} - \frac{m}{m^2-1}\,\frac{1}{\alpha}\,2\pi x s\left(m\varepsilon_0 + \frac{\xi}{x}\right)tg\,\varphi\right\},$$

nachdem man den Wert S_n durch Integration aus σ_n zu

$$S_n = \frac{m}{m^2-1}\,\frac{1}{\alpha}\,2\pi x s\left(m\varepsilon_0 + \frac{\xi}{x}\right)$$

bestimmt hatte.

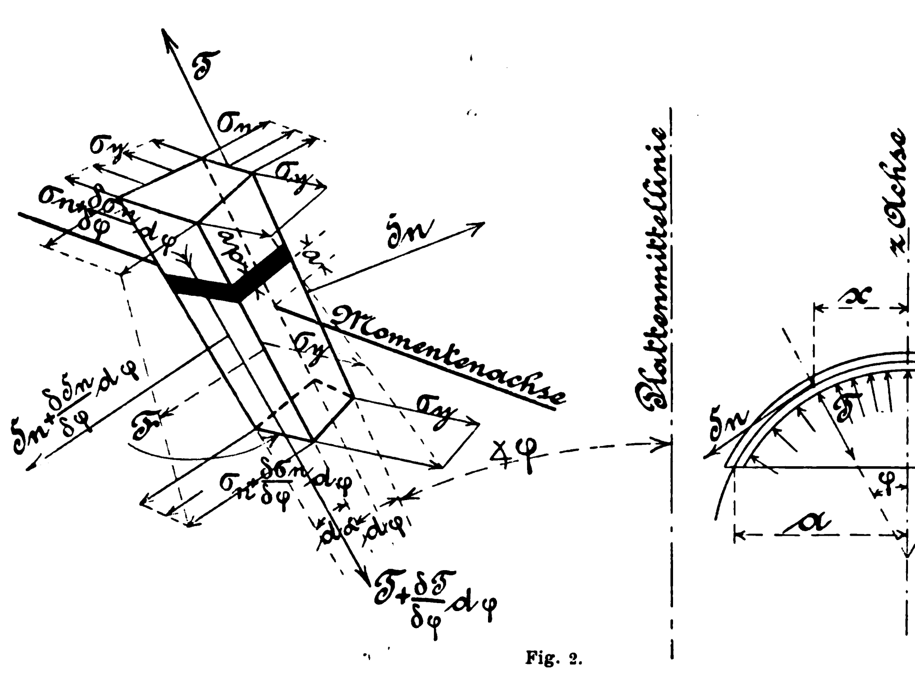


Fig. 2.

[2]) Die Spannungsverteilung in Fig. 2 entspricht negativem ω und positivem ξ.

Die Momentengleichung für das Element ist nun:

$$-\frac{d(A\sin\varphi)}{d\varphi}+B\cos\varphi=\frac{T}{2\pi}r\,.\,\frac{m^2-1}{m}\,\frac{12}{s^3}.$$

Setzt man hierin die Werte von A, B und T ein, drückt ω und seine Ableitung in Ableitungen von $\Delta\varphi$ aus und ersetzt die Winkelfunktionen durch ihre bekannten Werte, so geht diese Gleichung schliesslich über in:

$$x^2\,.\,\frac{d^2\Delta\varphi}{dx^2}+x\,.\left(1-\frac{x^2}{r^2-x^2}\right)\frac{d\Delta\varphi}{dx}$$
$$-\Delta\varphi\,.\left(1+\frac{1}{m}\,\frac{x^2}{r^2-x^2}\right)=-\frac{Tr^2}{\pi}M\frac{x}{r^2-x^2}\quad 8)\,[3]$$

worin

$$M=\alpha\,.\,\frac{m^2-1}{m^2}\,\frac{6}{s^3}$$

gesetzt ist.

Der allgemeine geometrische Zusammenhang zwischen ε_0, ξ und $\Delta\varphi$ ist durch die Differentialgleichung

$$\frac{d\xi}{dx}=\varepsilon_0-\Delta\varphi\,.\,tg\,\varphi\quad.\;.\;.\;.\;.\quad 9)$$

gegeben. Die Entwickelung dieser Beziehung kann man in *Bach, Elast. und Festigk.*, III. Aufl. S. 451 u. f. (geometrische Entwickelung) oder in *Müller*-Breslau, *Die neueren Methoden etc.*, S. 156 (analytische Entwickelung), finden. Allerdings sind die dort aufgestellten Ausdrücke von etwas verschiedener Form.

Für die am Rand befestigte Platte genügt es, wenn man annimmt, dass die Kraft S_n eine konstante Meridianspannung σ_{n0} hervorruft[4]. Aus Gl. 5) folgt dann mit $v=0$

$$\sigma_{n0}=\frac{m}{m^2-1}\,\frac{1}{\alpha}\,.\left(m\,\varepsilon_0+\frac{\xi}{x}\right),$$

und dieser Wert wird konstant, wenn wir

$$m\,\varepsilon_0+\frac{\xi}{x}=Konst.=c\quad.\;.\;.\;.\quad 10)$$

setzen.

Hiermit ergibt Gl. 7):

$$T=\frac{\pi x^2}{\cos\varphi}\,.\left(p-\frac{m}{m^2-1}\,\frac{1}{\alpha}\,\frac{2s}{r}\,.\,c\right)\quad.\quad 11)$$

Setzt man noch

$$N=6\alpha\frac{m^2-1}{m}\left(\frac{r}{s}\right)^3\left(p-\frac{m}{m^2-1}\,\frac{1}{\alpha}\,\frac{2s}{r}\,.\,c\right)\quad 12)$$

so geht Gl. 8) schliesslich über in

$$x^2\,.\,(r^2-x^2)\frac{d^2\Delta\varphi}{dx^2}+x\,.\,(r^2-2x^2)\,\frac{d\Delta\varphi}{dx}$$
$$-\Delta\varphi\,.\,(r^2-\mu x^2)+\frac{Nx^3}{\sqrt{r^2-x^2}}=0\quad.\;.\quad 13)$$

wenn $\mu=1-\frac{1}{m}$ gesetzt wird.

Diese Gleichung ist zu integrieren. Es ergibt sich das partikuläre Integral:

$$\Delta\varphi=A\,.\,x\,.\,H_1+Y\quad.\;.\;.\;.\;.\quad 14)$$

worin

$$H_1=1+\frac{x^2}{r^2}\,\frac{1-\frac{\mu}{2.1}}{2.2}+\frac{x^4}{r^4}\,\frac{\left(1-\frac{\mu}{2.1}\right)\left(3-\frac{\mu}{2.2}\right)}{2.2.2.3}+\ldots$$

und

$$Y=-\frac{Nx^3}{8r^3}$$
$$\left(1+0{,}64\left[\frac{x}{r}\right]^2+0{,}45\left[\frac{x}{r}\right]^4+0{,}35\left[\frac{x}{r}\right]^6+\ldots\right)$$

wenn man $m=\frac{10}{3}$ einführt.

Wie sich durch weitergehende Untersuchungen beweisen lässt, genügt dieses Integral, obwohl es nur die einzige willkürliche Konstante A enthält, für den Fall der nicht durchbrochenen Platte. Die beiden Reihen konvergieren für alle Werte von $\left(\frac{x}{r}\right)<1$, also für alle Fälle. Mit dem Wert von Y ist also die Integralgleichung:

$$\Delta\varphi=A\,.\,x\,.\,H_1-\frac{Nx^3}{8r^3}H_2\quad.\;.\;.\;.\quad 15)$$

wenn man H_2 für die in Y enthaltene Reihe setzt.

In N ist aber noch die Konstante c enthalten, die ohne Kenntnis von ξ nicht bestimmt werden kann. Der Wert von ξ folgt mit

$$\varepsilon_0=\frac{c}{m}-\frac{\xi}{m\,.\,x}$$

aus der Differentialgleichung

$$\frac{d\xi}{dx}+\frac{\xi}{mx}-\frac{c}{m}+\Delta\varphi\,.\,tg\,\varphi=0.$$

Durch Integration folgt schliesslich

$$\xi=\frac{c}{m+1}x-\frac{A}{r}\,.\,\frac{m}{3m+1}x^3\,.\,Z_1$$
$$+\frac{B}{r}\,\frac{m}{5m+1}x^5\,.\,Z_2\quad.\;.\;.\;.\;.\quad 16)$$

worin schon die Grenzbedingung $x=0$, $\xi=0$ eingeführt ist. Z_1 und Z_2 sind konvergierende Reihen von der Form:

$$Z_1=1+c_1\frac{3m+1}{4m+1}\,\frac{x}{r}$$
$$+a_1\,.\,\frac{3m+1}{5m+1}\left(\frac{x}{r}\right)^2+(c_2+a_1c_1)\frac{3m+1}{6m+1}\left(\frac{x}{r}\right)^3+\ldots$$
$$Z_2=1+c_1\frac{5m+1}{6m+1}\,\frac{x}{r}$$
$$+b_1\,.\,\frac{5m+1}{7m+1}\left(\frac{x}{r}\right)^2+(c_2+b_1c_1)\frac{5m+1}{8m+1}\left(\frac{x}{r}\right)^3+\ldots$$

Hierin sind

a_1, a_2, a_3 . . . die Koeffizienten von H_1,
b_1, b_2, b_3 . . . " " " H_2,
c_1, c_2, c_3 . . . " " der nach $\frac{x}{r}$ entwickelten Reihe

$$tg\,\varphi=\frac{x}{\sqrt{r^2-x^2}}=\frac{x}{r}+\frac{1}{2}\left(\frac{x}{r}\right)^2+\frac{1.3}{2^2.2}\left(\frac{x}{r}\right)^4+\ldots$$

Weiter folgt dann:

$$\varepsilon_0=\frac{c}{m+1}+\frac{A}{r}\,.\,\frac{1}{3m+1}x^2\,.\,Z_1-\frac{B}{r}\,\frac{1}{5m+1}x^4\,.\,Z_2.$$

Da ferner:

$$\omega=\frac{d\Delta\varphi}{dx}r\,.\,\cos\varphi$$

ist, so ergibt sich auch

$$\omega=(A\,H_3-3\,B\,x^2\,.\,H_4)\,r\,.\,\cos\varphi\quad.\;.\;.\quad 17)$$

wenn man

$$1+3a_1\left(\frac{x}{r}\right)^2+5a_2\left(\frac{x}{r}\right)^4+\ldots=H_3$$
$$1+\frac{5}{3}b_1\left(\frac{x}{r}\right)^2+\frac{7}{3}b_2\left(\frac{x}{r}\right)^4+\ldots=H_4$$

setzt.

Wir gehen jetzt zur Bestimmung der achsialen Durchbiegung ζ über. Als allgemeine Beziehung zwischen ε_0, ζ und $\Delta\varphi$ ergibt sich:

$$\frac{d\zeta}{dz}=\varepsilon_0+\Delta\varphi\,cotg\,\varphi\quad.\;.\;.\;.\quad 18)$$

Daraus folgt durch einfache Integration:

$$\zeta=\frac{r\,.\,c}{m+1}\cos\varphi-\frac{1}{2}A\,x^2\,U_1+\frac{1}{4}B\,x^4\,U_2+C,$$

worin

$$U_1=1+\frac{1}{2}a_1\left(\frac{x}{r}\right)^2+\frac{1}{3}a_2\left(\frac{x}{r}\right)^4+\ldots$$
$$U_2=1+\frac{4}{6}b_1\left(\frac{x}{r}\right)^2+\frac{4}{8}b_2\left(\frac{x}{r}\right)^4+\ldots$$

Für $x=a$ muss $\xi=0$ sein, woraus der Wert von C folgt. Die Durchbiegung der Plattenmitte wird dann schliesslich:

$$\zeta_{max}=\frac{rc}{m+1}(1-\cos\alpha)$$
$$+\frac{1}{2}A\,a^2\,.\,U_{1a}-\frac{1}{4}B\,a^4\,.\,U_{2a}\quad.\;.\;.\quad 19)$$

---

[3]) Aus 8) folgt mit $r=\infty$ unter Beachtung von 7) die Differentialgleichung der ebenen Platte:

$$x^2\,.\,\frac{d^2\Delta\varphi}{dx^2}+x\,.\,\frac{d\Delta\varphi}{dx}-\Delta\varphi=-p\,M\,x^3;$$

vgl. *Bach, Elast. und Fest.*, III. Aufl. S. 519, Gl. 6), wenn man dort $\frac{dz}{dx}=-\Delta\varphi$ setzt; oder *Föppl, Festigkeitslehre,* I. Aufl. S, 262.

[4]) Durch Vergleich mit den ähnlich liegenden Verhältnissen beim steifen Bogen lässt sich dies leicht einsehen.

Nachdem alle Unbekannten bestimmt sind, gehen wir zur Ermittelung der Integrationskonstanten A und c für die am Rand unbeweglich festgehaltene Platte über (Fig. 3). Für

$$x = a \text{ ist } \xi = 0 \text{ und } \Delta\varphi = 0.$$

Daraus:

$$A = B a^2 . \frac{H_{2a}}{H_{1a}}$$

und mit dem Wert

$$B = \frac{N}{8 r^3}$$

$$A = \frac{3}{4} \alpha \frac{m^2 - 1}{m^2} \frac{a^2}{s^3} \left(p - \frac{m}{m^2 - 1} \frac{1}{\alpha} \frac{2s}{r} . c \right).$$

Aus der Gl. für ξ folgt:

$$0 = \frac{c}{m+1} - \frac{A}{r} \frac{m}{3m+1} a^2 . Z_{1a} + \frac{B}{r} \frac{m}{5m+1} a^4 . Z_{2a}.$$

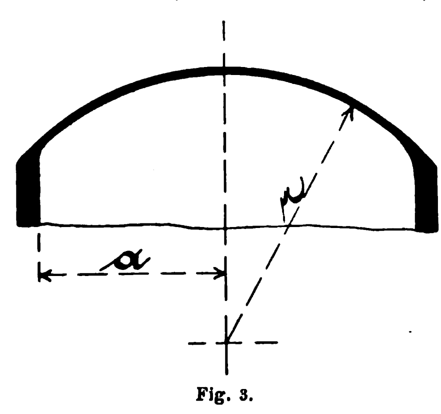


Fig. 3.

Mit dem Wert von A ergibt sich schliesslich:

$$c = \frac{\alpha p r}{2s} \frac{m^2 - 1}{m} \frac{1}{1 + \frac{2m}{3(m+1)} \frac{r^2 s^2}{a^4} \frac{1}{q}},$$

wenn man

$$q = \frac{m}{3m+1} \frac{H_{2a}}{H_{1a}} . Z_{1a} - \frac{m}{5m+1} Z_{2a} \quad . \quad 20)$$

setzt.

Wir setzen noch:

$$\lambda = \frac{1}{1 + \frac{2m}{3 . (m+1)} \frac{r^2 s^2}{a^4} \frac{1}{q}} \quad . \quad . \quad . \quad 21)$$

so wird

$$c = \frac{\alpha p r}{2s} \frac{m^2 - 1}{m} . \lambda$$

und

$$A = \frac{3}{4} \alpha \frac{m^2 - 1}{m^2} \frac{a^2}{s^3} p (1 - \lambda) \frac{H_{2a}}{H_{1a}};$$

ferner:

$$\varepsilon_{0a} = \frac{\alpha p r}{2s} \frac{m^2 - 1}{m} \lambda.$$

Ferner:

$$\omega_a = \frac{3}{4} \alpha \frac{m^2 - 1}{m^2} \frac{r a^2}{s^3} p . (1 - \lambda) \left(\frac{H_{2a}}{H_{1a}} H_{3a} - 3 H_{4a} \right) . \cos\alpha.$$

Wir setzen

$$H = \frac{H_{2a}}{H_{1a}} H_{3a} - 3 H_{4a},$$

so wird

$$\pm \omega_a . \frac{s}{2r} = \pm \frac{3}{8} \alpha \frac{m^2 - 1}{m^2} \left(\frac{a}{s} \right)^2 p . (1 - \lambda) H . \cos\alpha.$$

Somit wird nun die Anstrengung des Materials am Plattenrad in Richtung des Meridians

$$\frac{\varepsilon_n}{\alpha} = p . \frac{m^2 - 1}{2m^2} \left\{ \lambda . \frac{r}{s} \pm \frac{3}{4} \left(\frac{a}{s} \right)^2 (1 - \lambda) H . \cos\alpha \right\} \quad 22)$$

Bei innerem Druck kommt das negative Vorzeichen in Betracht, da H negativ ist. Die grösste Anstrengung tritt daher an der Innenseite des Plattenrandes in Richtung des Meridians auf. — In der Plattenmitte wird sowohl ε_0 als ω kleiner als am Rand.

Die Durchbiegung der Plattenmitte folgt ferner:

$$\zeta_{max} = \frac{\alpha p r^2}{2s} \frac{m - 1}{m}$$

$$\left\{ \lambda (1 - \cos\alpha) + \frac{3}{4} \frac{m+1}{m} \frac{a^4}{r^2 s^2} (1 - \lambda) U \right\} \quad 23)$$

worin

$$U = \frac{H_{2a}}{H_{1a}} U_{1a} - \frac{1}{2} U_{2a}.$$

Da bei umgekrempten schmiedeeisernen Böden im allgemeinen, wie Versuche von *Bach* gezeigt haben, keine Einspannung im obigen Sinne stattfindet (ξ wird am Rand nicht Null, sondern negativ), so muss die obige Gleichung eine kleinere Durchbiegung ergeben als die Versuche sie zeigen. Um einen Vergleich mit den Versuchen zu ermöglichen, ist daher noch festzustellen, wie sich die Durchbiegung (und die Anstrengung) ändert, wenn eine Einziehung des Randes um $\Delta\xi$ stattfindet.

Einfluss der Nachgiebigkeit in radialer Richtung.

Die Grenzbedingung für ξ wird:

$$-\Delta\xi = \frac{c}{m+1} a - \frac{A}{r} \frac{m}{3m+1} a^3 . Z_{1a}$$

$$+ \frac{B}{r} \frac{m}{5m+1} a^5 . Z_{2a}.$$

Nach Ausrechnung ergeben sich dann die Werte:

$$\varepsilon_{0\Delta a} = \varepsilon_{0a} + \frac{\lambda}{a m} \Delta\xi \left(1 - \frac{2m^2}{3(m+1)} \frac{r^2 s^2}{a^4} \frac{1}{q} \right)$$

und

$$\omega_{\Delta a} = \omega_a + \frac{r^2}{a^3} \frac{\lambda}{q} H . \cos\alpha . \Delta\xi$$

und

$$\left(\frac{\varepsilon_n}{\alpha} \right)_\Delta = \left(\frac{\varepsilon_n}{\alpha} \right)_{max} + \frac{\lambda}{\alpha a m}$$

$$\left\{ 1 - \frac{2m^2}{3(m+1)} \frac{r^2 s^2}{a^4} \frac{1}{q} \pm \frac{m}{2} \frac{r s}{a^2} \frac{H \cos\alpha}{q} \right\} \Delta\xi \quad . \quad 24)$$

Die Anstrengung vergrössert sich daher infolge der radialen Einziehung. Durch Nachgiebigkeit der *Einspannung* ($\Delta\varphi$ nicht Null am Rand) vermindert sich dagegen die Anstrengung, wie sich leicht zeigen lässt.

Die Zunahme der Durchbiegung ergibt sich schliesslich:

$$\Delta\zeta_{max} = \frac{1}{2} \frac{r}{a} \frac{\lambda}{q} U \Delta\xi \quad . \quad . \quad . \quad . \quad 25)$$

Zur bequemen Benutzung der Formeln ist es nötig, die Werte von $H \cos\alpha$, q und U für eine Anzahl Fälle zur Verfügung zu haben, weil die Bestimmung dieser Grössen umständlich ist. Die Rechnungen gestalten sich alsdann trotz der Weitläufigkeit der Theorie so einfach wie viele andere Festigkeitsrechnungen. Die folgende Tabelle enthält die bez. Werte.

$\frac{a}{r} = \sin\varphi$	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6
$-H \cos\alpha$	2,026	2,047	2,111	2,214	2,388	2,616
q	0,118	0,128	0,134	0,145	0,166	0,179
U	0,503	0,517	0,533	0,561	0,607	0,653

Vergleich der Resultate mit den Versuchen von Bach.
(*Zeitschrift des Vereins deutscher Ingenieure*, 1899 Nr. 51 und 52.)

1. *Gusseisenboden III.*

Wir betrachten zunächst den Boden in der Krempe als starr eingespannt.

$$\text{Mit } r = 710 \quad a = 336 - \frac{1}{3} . 86 = 307 \quad \frac{a}{r} = 0{,}432$$

$$s = 13{,}2 \text{ mm}$$

ist nach Tabelle

$$q = 0{,}152 \quad \lambda = \frac{1}{1{,}0334}$$

und schliesslich nach Gl. 22:

$$\left(\frac{\varepsilon}{\alpha} \right)_{max} = \frac{m^2 - 1}{2m^2} p . (52 + 30)$$

mit

$$m = \frac{10}{3}$$

$$\left(\frac{\varepsilon}{\alpha} \right)_{max} = 37{,}3\, p.$$

Der Boden sprang bei 33,4 at. Die Bruchanstrengung wäre somit:

$$\left(\frac{\varepsilon}{\alpha}\right)_{max} = 1245 \text{ kg/qcm}.$$

Bei Annahme radialer Nachgiebigkeit, die hier übrigens nicht bedeutend sein kann, würde sich die Anstrengung noch etwas höher stellen. Gleichzeitig dürfte jedoch infolge des grossen Krempenhalbmessers die Einspannung weniger starr sein, als vorausgesetzt, wodurch sich die Anstrengung erniedrigt. Zu beachten ist auch, dass für Gusseisen $m > \frac{10}{3}$ sein kann, was eine Erhöhung der Anstrengung zur Folge haben dürfte. Die Anwendung auf Gusseisen kann übrigens nur Mittelwerte ergeben.

Die obigen Zahlen lehren, dass die Biegungsanstrengung rund $\frac{3}{5}$ der Zugbeanspruchung beträgt.

2. *Gusseisenboden IV.*

$$r = 1100 \quad a = 335 - 25 = 31 \text{ mm} \quad s = 14{,}2 \text{ mm}$$

$$\frac{a}{r} = 0{,}28.$$

Es ergibt sich:

$$\left(\frac{\varepsilon}{\alpha}\right)_{max} = \frac{m^2 - 1}{2m^2}\, p \,.\, (71 + 64{,}8).$$

Der Boden platzte bei 21,5 at. Hiermit ergibt sich:

$$\left(\frac{\varepsilon}{\alpha}\right)_{max} = \backsim 1330 \text{ kg/qcm}.$$

Die Biegungsanstrengung ist bei diesem Boden, der viel weniger gewölbt ist, rund gleich der Zugbeanspruchung.

Die Böden I und II ergeben Anstrengungen von 967 kg/qcm und 1049 kg/qcm. Auch diese Werte dürften sich infolge der Einziehung erhöhen. Im übrigen scheinen, nach dem Vergleich mit den beiden anderen Böden zu urteilen, die Gussspannungen eine Rolle zu spielen.

Die vorstehenden Ergebnisse dürften mit den Festigkeitseigenschaften des Gusseisens (1200 kg/qcm und darüber Zugfestigkeit) in befriedigender Uebereinstimmung stehen.

Schmiedeeiserne Böden.

Hier lassen sich die Formeln für die Durchbiegung prüfen. Wir betrachten die Böden zunächst als eingespannt und berechnen alsdann die zusätzliche Durchbiegung infolge der Einziehung.

Boden A.

$$r = 1300 \quad a = 339{,}5 - \frac{1}{3}\,.\,35 = 328 \text{ mm} \quad \frac{a}{r} = 0{,}318.$$

Tabelle gibt:

$$\lambda = \frac{1}{1{,}0339} \quad q = 0{,}136 \quad U = 0{,}538.$$

Schliesslich:

$$\zeta_{max} = \frac{\alpha p r^2}{2s} \frac{m-1}{m} (0{,}0352 + 1{,}914) = 7378\, \alpha\, p \text{ (cm)}.$$

Mit

$$\alpha = \backsim \frac{1}{2000000}$$

wird:

$$\zeta_{max} = 0{,}00369\, p \text{ (cm)}.$$

Bei 10 at gibt dies $\zeta_{max} = 0{,}369$ mm.

Dies wäre die Durchbiegung bei vollkommen starrer Einspannung. Aus Gl. 25) folgt die Vergrösserung der Durchbiegung infolge der Einziehung zu $6{,}0\, \Delta\xi$.

Der Punkt 6 (vgl. die Versuche) in der Mitte der Krempe zeigt bei 10 at eine elastische Durchbiegung in der Richtung 45° zur Achse von $0{,}048 + 0{,}030 = 0{,}078$, also in radialer Richtung, falls er sich annähernd in der Richtung von 45° bewegt, von $\frac{0{,}078}{\sqrt{2}} = 0{,}056 \text{ mm} = \Delta\xi$ [5]).

Die Korrektur der Durchbiegung ist somit

$$6\Delta\xi = 6\,.\,0{,}056 = 0{,}336 \text{ mm}.$$

Die Berechnung ergibt daher eine *totale Durchbiegung der Mitte* (gegen den Einspannpunkt in der Krempe) von

$$0{,}369 + 0{,}336 = 0{,}705 \text{ mm}.$$

Der *Versuch* zeigt in der Mitte eine elastische Durchbiegung

$$0{,}735 - 0{,}057 = 0{,}678 \text{ mm}.$$

Am Punkt 4 zeigt sich noch eine Erhebung von $0{,}096 - 0{,}034 = 0{,}062$ mm, während im Punkt 6 die Senkung 0,056 beträgt. Da der angenommene Einspannpunkt sehr nahe bei Punkt 6 liegt, so nehmen wir schätzungsweise eine Senkung desselben von 0,030 an, so dass der Versuch eine Durchbiegung der Mitte gegen den Krempenpunkt von

$$0{,}678 + 0{,}030 = 0{,}708 \text{ mm}$$

zeigen würde.

Die berechnete Durchbiegung stimmt fast genau mit diesem Wert.

Man erkennt übrigens: Die Durchbiegung rührt zum weitaus grössten Teil von der Biegung, zum kleinsten Teil vom Zug her; ausserdem wird sie durch die Nachgiebigkeit in radialer Richtung fast um das Doppelte vergrössert.

Boden D.

$$r = 896 \quad a = 335{,}5 - \frac{29}{2} = 321 \text{ mm} \quad \frac{a}{r} = 0{,}358.$$

Es wird

$$\lambda = \frac{1}{1{,}0795} \quad q = 0{,}140 \quad U = 0{,}550$$

$$\zeta_{max} = \frac{\alpha p r^2}{2s} \frac{m-1}{m} (0{,}05 + 1{,}82).$$

Mit

$$\alpha = \frac{1}{2000000}$$

$$\zeta_{max} = 0{,}00185\, p \text{ (cm)}.$$

Für

$$p = 10 \text{ at} \quad \zeta_{max} = 0{,}185 \text{ mm}.$$

Die Korrektur ergibt sich zu

$$\Delta\zeta = 5{,}1\, \Delta\xi.$$

Der Punkt 6 gibt eine elastische Einziehung von

$$0{,}005 + 0{,}028 = 0{,}033 \text{ mm},$$

also in horizontaler Richtung die Verschiebung [6])

$$\frac{0{,}033}{\sqrt{2}} = 0{,}023.$$

Da der Einspannpunkt etwas weiter gegen die Plattenmitte liegt, so nehmen wir nur 0,020, daher ist:

$$\Delta\zeta = 5{,}1\,.\,0{,}02 = 0{,}102 \text{ mm}.$$

Die Rechnung ergibt daher total

$$0{,}185 + 0{,}102 = 0{,}287 \text{ mm}.$$

Für den Einspannpunkt ergibt sich, unter Beachtung, dass Punkt 4 sich nach oben, Punkt 6 nach unten verschiebt, schätzungsweise die Durchbiegung 0. Der Versuch würde also in der Mitte eine elastische Ausbiegung von

$$0{,}330 - 0{,}045 = 0{,}285 \text{ mm}$$

zeigen.

Dieser Wert stimmt fast genau mit dem berechneten.

Anmerkung: Nach der üblichen Berechnungsweise, nur auf Zug, wird die Spannung nach allen Richtungen der Kugeloberfläche $\sigma = \frac{p \cdot r}{2s}$, also die Anstrengung des Materials $\frac{m-1}{m} \frac{p \cdot r}{2s}$. Dies würde ergeben

für Boden	III	629 kg/qcm	(gegen	1245 oben)
„ „	IV	583 „	(„	1330 „)
„ „	I	482 „	(„	967 „)
„ „	II	497 „	(„	1049 „).

Die Uebereinstimmung der berechneten und gemessenen Durchbiegungen der Plattenmitte ist gut.

Wir schliessen daher aus den angestellten Vergleichen, dass die Theorie und ihre Grundlagen für die am Rande festgehaltene Platte mit der Wirklichkeit übereinstimmen. Die Anstrengung der Kesselböden dürfte hiernach an Hand der gegebenen Formeln unter Berücksichtigung der besonderen Verhältnisse mit Hilfe der Versuche von *Bach* in zutreffender Weise zu ermitteln sein.

[5]) Würde man an Stelle des Punktes 6 den Punkt 49 wählen und 0,9 der dort gemessenen Einziehung in Rechnung stellen, so würde $\Delta\xi = 0{,}052$ anstatt 0,056.

[6]) Entnähme man dem Punkt 49 die radiale Einziehung des Einspannpunktes mit schätzungsweise 70 % des bei 49 gemessenen Wertes, so wäre $\Delta\xi = 0{,}7\,.\,0{,}034 = 0{,}024$ anstatt 0,020.

Zur Frage elektrischer Fernbahnen.

Von Zivilingenieur **Ernst Zander**.

Einleitung.

Die Erörterung der Frage elektrischer Fernbahnen hat sich bisher meist in den Bahnen schwärmerischer Zukunftsprojekte gehalten. Mehr oder weniger bewegten sich diese Projekte alle in dem Rahmen des anfangs der 90er Jahre aufgestellten *Zipernowski*'schen für eine Bahn zwischen Wien und Budapest, ob sie nun in Europa oder Amerika aufgestellt wurden. Kolossale Geschwindigkeiten, eigene ganz neuartige Bahnkörper, womöglich vier Geleise, von denen zwei dem Lokal- und zwei dem Durchgangsverkehr dienen sollten, ganz abweichende Wagenformen, besonders grosse Spurweiten wurden vorgeschlagen, kurz alle möglichen Dinge, aus denen die Eisenbahntechniker und Volkswirte schliessen mussten, dass die Entwickelung der elektrischen Fernbahnen nur auf besonderen Linien möglich sei, die einen gemeinschaftlichen Betrieb mit den jetzigen Dampfbahnlinien vollständig ausschliessen würden.

Mehr als einmal trifft man bei Unterhaltungen über die Zukunft elektrischer Fernbahnen sonst ganz nüchtern denkende Techniker, die sich eine elektrische Fernbahn z. B. zwischen Berlin und Köln ungefähr nach Art des Zipernowski-Projektes vorstellen: Fahrzeit etwa 3 Stunden, Aufenthalt unterwegs 2- bis 3mal.

Im Gegensatz zu diesen Zukunftsschwärmereien kann man mit aller Bestimmtheit den Satz aufstellen, dass elektrische Fernbahnen in absehbarer Zeit gänzlich ausgeschlossen sind, wenn sie sich nicht auf den für sie geeigneten Linien in den Rahmen des heutigen Dampfbahnbetriebes allmählich einreihen lassen.

Wenn aber jene phantastischen Projekte die einzigen Vorschläge sind, mit denen die Freunde elektrischer Fernbahnen kommen können, so dürfte das Thema eigentlich ohne weiteres begraben werden.

Doch glaube ich, auch etwas näher den heutigen Eisenbahnverkehrsverhältnissen lässt sich ruhiger und weniger phantastisch, dafür aber aussichtsreicher, über elektrische Fernbahnen reden.

Meiner Ansicht nach wäre auch schon folgendes flüchtig skizzierte Bild elektrischer Fernbahnen ein Verkehrsfortschritt, dessen Verwirklichung die Arbeit lohnen dürfte.

Denken wir uns, die grösseren Städte miteinander verbindend, von Berlin aus z. B. vorläufig nach Hamburg, Hannover, Magdeburg, Leipzig, Dresden, Stettin, in anderen Gegenden Deutschlands entsprechend, ein Netz elektrischer Fernbahnen, auf denen in Abständen von etwa 1 Stunde in jeder Richtung elektrische Züge mit einer Durchschnittsgeschwindigkeit von etwa 100 km laufen. Die Fahrzeiten auch der meisten Schnellzüge auf diesen Linien würden dann um etwa 40% unterboten werden; rechnet man hierzu die viel häufigere Fahrgelegenheit und die beim Fortfall des Lokomotivrauches und infolge ruhigeren Laufes erheblich grössere Annehmlichkeit, so dürfte sich eine ganz erhebliche Verkehrssteigerung ergeben, die an Hand derjenigen der früheren Pferdebahnen bei deren Umwandlung für elektrischen Betrieb abgeschätzt werden kann und die jedenfalls eine Verbilligung der jetzt bestehenden Eisenbahnfahrpreise erlaubt.

Auf Grund dieses allgemeinen Bildes möchte ich im folgenden einige technische und wirtschaftliche Bemerkungen über eine Reihe von damit zusammenhängenden Fragen machen.

A. Wirtschaftliche Fragen.

Angenommen, die Erreichung des oben skizzierten Zustandes würde als technisch möglich erwiesen, so bleibt doch, bevor man der definitiven technischen Lösung nahe tritt, die Frage zu beantworten: Werden sich die Fahrpreise auf elektrischen Fernbahnen dieser Art nicht teurer stellen als gegenwärtig, gleichen Reinertrag und gleiche Verzinsung des Anlagekapitals vorausgesetzt?

Im Rahmen der hier notwendigerweise skizzenhaften Ausführungen lässt sich diese Frage nicht eingehend beantworten. Darum sei im folgenden nur kurz auf die zu untersuchenden Gesichtspunkte hingewiesen.

Teilt man die gesamten Betriebskosten bei der Personenbeförderung, denn nur um diese wird es sich vorläufig handeln, in die vier Unterklassen:

Kraftkosten,
Geleisekosten,
Wagenkosten,
Bedienungskosten,

so ergeben sich folgende Vergleiche der Kosten bei Dampf- und elektrischem Betrieb.

I. *Vergleich der Kraftkosten.*

Zu vergleichen ist der Arbeitsaufwand bei Dampf- und elektrischem Betrieb, der erforderlich ist, um mit einer bestimmten Geschwindigkeit ein bestimmtes Wagengewicht fortzuziehen (Nutzarbeit). Als Einheitszug sei ein sogen. D-Zug angenommen, bestehend aus vier vierachsigen Personenwagen und einem vierachsigen Gepäckwagen. Vor letzteren ist bei Dampfbetrieb die Lokomotive gespannt, bei elektrischem Betrieb ist der Gepäckwagen als Motorwagen ausgebildet. Das Gewicht eines D-Wagens sei zu 30 t, das des Gepäckwagens bei Dampfbetrieb zu 26 t, bei elektrischem Betrieb einschliesslich der elektrischen Ausrüstung zu 46 t angenommen. Die Dampflokomotive sei für die erstrebte Durchschnittsgeschwindigkeit nach Art des viercylindrigen 2/4 gekuppelten französischen Nordbahntypus gedacht (Dienstgewicht 93 t) [1]), da dieses Modell in Bezug auf Leistungsfähigkeit und Oekonomie gegenwärtig die Spitze zu halten scheint.

Bei einer maximalen Zuggeschwindigkeit von 120 km pro Stunde mögen die Zugwiderstände betragen:

Rollwiderstand der Lokomotive . . .	10 kg pro Tonne
" " Wagen	7 " " "
Luftwiderstand der Lokomotive bei zugeschrägter Stirnfläche	600 "
Luftwiderstand des spitz gebauten Motorwagens bei elektrischem Betriebe .	400 "

Dann beträgt der gesamte am Treibradumfang auftretende Zugwiderstand:

bei Dampfbetrieb:
$$[(4 \times 30) + (1 \times 26)]\, 7 + [93 \times 10] + 600 = 2550 \text{ kg};$$
bei elektrischem Betrieb:
$$[(4 \times 30) + (1 \times 46)]\, 7 + 400 = 1560 \text{ kg}$$
und die Arbeit am Treibradumfang

bei Dampfbetrieb:
$$\frac{2550 \times 33{,}3}{75} = 1130 \text{ PS};$$
bei elektrischem Betrieb:
$$\frac{1560 \times 33{,}3}{75} = 690 \text{ PS}.$$

Die Zuggewichte betragen nach obigem 239 bezw. 166 t.

Um diese Arbeit am Treibradumfang zu leisten, ist im ersteren Falle eine Lokomotivdampfanlage verwandt, im letzteren Falle eine stationäre Dampfanlage mit elektrischer Kraftübertragung durch Dynamos, Leitung und Motoren.

Welche Krafterzeugung wird nun pro 1 PS am Radumfang billiger?

Für die Berechnung des Dampf- und Kohlenverbrauches der Lokomotiven seien die Angaben benutzt, die *Leitzmann* in seinem Aufsatze: *Versuche mit viercylindrigen Lokomotiven* in den Jahrgängen 1898 und 1899 der *Zeitschrift des Vereins deutscher Ingenieure* gibt. Danach verbrauchte eine Lokomotive von dem erwähnten französischen Nordbahntypus pro 1 PS, im Zughacken abgegeben, bei 60% Füllung im Niederdruckcylinder und 120 km pro Stunde Geschwindigkeit 20 kg Dampf pro Stunde.

[1]) Siehe *Zeitschr. des Ver. deutsch. Ingenieure,* 1898 S. 1188.



In unserem Falle gibt die Lokomotive (s. oben)

$$\frac{[(4 \times 30) + (1 \times 26)]\, 7 \times 33,3}{75} = 455 \text{ PS}$$

am Zughacken ab. Der Dampfverbrauch würde demnach $455 \times 20 = 9100$ kg pro Stunde betragen, und der Kohlenverbrauch bei 5,5facher Verdampfung 1660 kg.

Der Dampf- und Kohlenverbrauch der elektrischen Anlage lässt sich, wie folgt, ermitteln:

Die Motoren haben am Radumfang 690 PS zu leisten. Die Nutzeffekte der Uebertragungsmechanismen sind:

Motoren	0,92
Leitungsanlage	0,89
Dynamoanlage	0,94
Zusammen also	0,77

Die Dampfmaschinen in der Kraftanlage müssen demnach pro Zug leisten $\frac{690}{0,77}$ rund 900 PS.

Moderne liegende Grossdampfmaschinen mit Ueberhitzung werden pro 1 PS_e/Stunde weniger als 5,5 kg Dampf gebrauchen. Wird mit letzterer Zahl gerechnet, so werden bei elektrischem Betrieb $900 \times 5,5 = 4950$ kg Dampf gebraucht oder bei 8,5facher Verdampfung 580 kg Kohle.

Der Unterschied im Kohlenverbrauch wird für die Dampflokomotivenbahn noch ungünstiger, wenn man das häufigere Anheizen und den bei schwankender Belastung bei Dampflokomotiven prozentual schneller zunehmenden Kohlenkonsum berücksichtigt.

Dieses, entgegen sonst geäusserten Ansichten (frühere Rechnungen obiger Art sind mir nicht bekannt geworden) auffällige Resultat bedarf einer Erläuterung.

Dass die angenommenen Dampfverbrauchszahlen für die Lokomotive nicht zu hoch sind, geht daraus hervor, dass bei 9100 kg stündlichem Dampfverbrauch auf 1 PS_e, an den Treibradumfang abgegeben, $\frac{9100}{1130} = 8$ kg Dampf kommen.

Es dürfte bezweifelt werden können, ob die Dampfmaschine der Lokomotive trotz der Verbundwirkung bei so hoher Tourenzahl und Auspuff mit 8 kg Dampf pro PS_e/Stunde auskommt.

Nach Versuchen von *Locher* beträgt der Dampfverbrauch pro 1 PS/Stunde:

bei	$V = 50$	Stundenkilometer	10,0 kg
für	$V = 60$	„	10,3 „
„	$V = 70$	„	10,7 „
„	$V = 80$	„	11,4 „
„	$V = 90$	„	12,4 „

Trägt man sich diese Steigerung graphisch auf und verlängert die Kurve, so erhält man bei $V = 120$ bis 125 Stundenkilometer 18 bis 20 kg. Für moderne Verbundlokomotiven werden diese Zahlen natürlich nicht erreicht werden; immerhin scheinen die obigen Annahmen auf Grund des *Leitzmann*'schen Artikels eher zu niedrig als zu hoch.

Unter Berücksichtigung aller dieser Umstände kann man den Kohlenverbrauch bei Dampfbetrieb dreimal so hoch als bei elektrischem Betrieb annehmen.

In der Hauptsache kommt die Ueberlegenheit des elektrischen Betriebes bezüglich des Kohlenverbrauches aus zwei Ursachen. Zuerst daher, dass die hohen Bewegungswiderstände der Lokomotive fortfallen. Lässt man den Luftwiderstand, der weder der Lokomotive noch den Wagen, sondern dem ganzen Zug in Rechnung gesetzt werden muss, bei einem Vergleich der Wagen- und Lokomotivwiderstände ausser Ansatz, so verbraucht die Lokomotive für sich:

$$\frac{930 \times 33,3}{75} \text{ rund } 415 \text{ PS.}$$

Die Wagen verbrauchen:

$$\frac{146 \times 7 \times 33,3}{75} \text{ rund } 455 \text{ PS.}$$

Also fast die Hälfte der Arbeit zur Ueberwindung der Rollwiderstände konsumiert die Lokomotive.

Die zweite Hauptursache ist die viel grössere Oekonomie der stationären Kessel und Dampfmaschinen. Da beste liegende Grossdampfmaschinen pro effektive Pferdestärke ungefähr die Hälfte an Dampf verbrauchen im Vergleich zu Lokomotiven, da ferner stationäre Kessel aus der gleichen Menge derselben Kohle etwa um die Hälfte mehr Dampf entwickeln infolge der besseren Ausnutzung der Heizgase u. s. w., so bedingt dieser Umstand schon eine ganz erhebliche Ersparnis.

Zudem ist zu berücksichtigen, dass der Nutzeffekt der Kraftübertragung von den Treibrädern auf die Schienen bei dem elektrischen Antriebe infolge des absolut gleichmässigen Drehmomentes und des geradlinigeren Laufes des Lokomotivwagens ein höherer ist als bei der Dampflokomotive.

Um hier anschliessend die Kraftkosten vergleichen zu können, ist es zweckmässig, eine Einheitsstrecke mit bestimmtem Fahrplan dem Vergleich zu Grunde zu legen.

Als Einheitsstrecke sei zu diesem Zwecke eine solche von 160 km Länge angenommen (z. B. ungefähr Berlin-Magdeburg, Berlin-Leipzig, Berlin-Halle, Berlin-Stettin, etwa die Hälfte von Berlin-Hamburg, Berlin-Hannover, Berlin-Breslau u. s. w.). Die Züge mögen sich in jeder Richtung in Abständen von 1 Stunde folgen und täglich in jeder Richtung 16 Züge abfahren. Dann sind hierfür vier Züge im Betriebe zu halten. Die tägliche Anzahl Zugkilometer würde dann auf dieser Strecke 5120 betragen, die jährliche Anzahl Zugkilometer 1 870 000. Pro 1 km Geleiselänge passieren jährlich 5840 Züge = 117 000 Achsen bei elektrischem Betrieb und 164 000 Achsen bei Dampfbetrieb.

I. Die Unkosten für die Kraftlieferung bei Dampfbetrieb betragen:

a) *Materialverbrauch u. s. w.*

1. 1 870 000 Zugkilometer mit einer mittleren Geschwindigkeit von 100 km pro Stunde = 18 700 Lokomotivstunden zu 1130 PS = 21 100 000 PS_e-Stunden = 211 000 000 kg Dampfverbrauch = 38 400 000 kg oder 38 400 t. Bei einem Einheitspreise von 17 M. pro Tonne betragen die Kohlenkosten 38 400 × 17 = ...	653 000 M.
2. Für 211 000 cbm Speisewasser, für Schmiermaterial und zur Abrundung	47 000 „
Summa	700 000 M.

b) *Rücklagen.*

3. 1 870 000 Lokomotivkilometer, pro Kilometer 0,20 M. Reparaturen	374 000 „
4. Abschreibungen auf 15 Lokomotiven (jede zu 125 000 km Jahresleistung) 4% von 1 000 000 M.	40 000 „
Summa	414 000 M.

c) *Bedienung.*

5. 10 Besetzungen	36 000 „

Die gesamten Kraftkosten bei Dampfbetrieb betragen demnach:

a)	700 000 M.
b)	414 000 „
c)	36 000 „
Summa	1 150 000 M.

oder pro 1 km Strecke rund 7200 M.

II. Die Kraftkosten bei elektrischem Betrieb betragen:

a) *Materialverbrauch.*

1. 1/3 des Betrages bei Dampflokomotivenbetrieb = ...	233 000 M.

b) *Rücklagen.*

2. 6% der Anlagekosten der Kraftstation für Reparaturen und Abschreibungen von 1 520 000 M. . . . . (Die Kraftstation erhält 4000 PS Maschinenleistung und kostet pro 1 PS 380 M.)	91 000 „
3. 7% der Anlagekosten der Leitungsanlage für Reparaturen und Abschreibungen von 3 200 000 M. . . . . (Der Kilometer Leitung für zweigeleisige Strecke ist mit 20 000 M. angenommen.)	224 000 „
4. 8% des elektrischen Teiles von 6 Motorwagen von 250 000 M.	20 000 „
Summa	335 000 M.

c) *Bedienung.*

10 Zugmaschinisten	24 000 „
10 Stationsmaschinisten	16 000 „
12 Heizer	12 000 „
Summa	52 000 M.



Die gesamten Kraftkosten bei elektrischem Betrieb betragen demnach:

a)	233 000 M.
b)	335 000 „
c)	52 000 „
Summa	620 000 M.

oder pro 1 km Strecke rund 3900 M.

Ersparnis demnach 530 000 M. oder pro 1 km Strecke rund *3300 M.*

II. Vergleich der Oberbaukosten.

Für die Beurteilung der Frage, wie viel sich bei elektrischem Betriebe an Kosten für Unterhaltung und Abschreibung des Oberbaues gegenüber Dampfbetrieb mit gleicher oder angenäherter Geschwindigkeit und Leistungsfähigkeit sparen lässt, wäre es sehr wichtig, die Abnutzung des Oberbaues durch Dampflokomotive und Wagen zahlenmässig trennen zu können. Leider enthält die einschlägige Litteratur meines Wissens keine Anhaltspunkte hierüber; wir sind daher darauf angewiesen, zur allgemeinen Abschätzung dieses Unterschiedes andere Zahlen heranzuziehen.

Es sind für unsere Betrachtung hauptsächlich drei Arten der Geleiseabnutzung zu unterscheiden:

1. Abnutzung durch das Rollen der Last einschliesslich der vertikalen Schläge auf die Schienenstösse.
2. Abnutzung durch die Uebertragung der Zugkraft vom Umfang der Treibräder auf die Schienenoberfläche.
3. Abnutzung durch horizontale Stösse.

In allen drei Punkten wird sich der elektrische Zug wesentlich günstiger als der Dampfzug verhalten, wie folgende Betrachtung zeigt:

1. Nimmt man die Abnutzung durch das Rollen der Last und die vertikalen Schläge auf die Schienenstösse proportional der darüber rollenden Last bei in beiden Fällen gleicher Geschwindigkeit an, so begeht man einen gewissen Fehler zu Gunsten des Dampfzuges. Der Dampfzug enthält etwa acht Achsen, diejenigen unter der Lokomotive, deren Last ganz erheblich schlechter abgefedert ist (nur je einmal mittels sehr steifer, verhältnismässig kurzer Blattfedern), als diejenige eines modernen Personenwagens auf Drehgestellen, der mittels weich arbeitender Federn zweimal, neuerdings sogar dreimal abgefedert ist. Hieraus folgt, dass, zumal unter Berücksichtigung der Wirkung der Triebradgegengewichte bei den Dampflokomotiven, die erste Art der Abnutzung besonders an den Stössen auch für gleiche Lasten beim Dampfzug erheblich grösser auffallen wird als beim elektrischen Zug.

Ganz besonders ist hier die Wirkung der Gegengewichte zu beachten, die bei den fraglichen Geschwindigkeiten so weit gehen kann, dass sie den Schienendruck der Treibräder in der obersten Stellung fast oder ganz aufhebt, in der untersten Stellung dagegen (infolge der Wirkung der Fliehkraft) verdoppelt.

Die Last des elektrischen Zuges ist für gleiche Transportleistung nach der weiter vorn gemachten Aufstellung im Verhältnis von 239:166, d. h. um 30% kleiner. Je nachdem man nun den Einfluss der harten Lokomotivfederung bemessen will, beträgt die Ersparnis bei elektrischem Betrieb an Abnutzung der ersten Art mehr oder weniger über 30%. Der Verfasser neigt dazu, den Lokomotiveinfluss sehr hoch zu veranschlagen, besonders bezüglich der Schienenstösse und glaubt, dass die Gesamtersparnis wohl 50% erreichen dürfte; der Sicherheit halber soll in unsere Rechnung nur 40% eingesetzt werden.

2. Die Uebertragung der Zugkraft auf die Schienen und die daraus resultierende Abnutzung ist gleichfalls grundsätzlich verschieden bei beiden Systemen, Dampf- und elektrischen Zügen. Bei letzteren übertragen die Elektromotoren mit einem für alle Drehungswinkel völlig gleichmässigen Drehmoment auf getrennt angetriebene Achsen die Zugkraft, erreichen also schlechterdings das Ideal eines Adhäsionsantriebes. Bei Dampfbetrieb erhalten die Treibräder einen zwischen einem Maximum und einem Minimum regelmässig schwankenden Umfangsdruck, je nach der Kolben- und Kurbelstellung. Ausserdem sind zwei Achsen gekuppelt und damit ist ein fortwährendes, wenn auch meistens geringes, gegenseitiges Gleiten der Treibräder auf den Schienen verbunden. Der Unterschied zwischen beiden Antriebsarten drückt sich am augenfälligsten in der grossen Verschiedenheit der Adhäsionskoeffizienten bei elektrischem Einzelachsenantrieb und Dampfantrieb auf Kuppelachsen aus.

In Zahlen lässt sich die Ersparnis an der Abnutzung der zweiten Art bei elektrischem Antrieb natürlich nicht ausdrücken, höchstens durch den Hinweis auf die Verschiedenheit der Adhäsionskoeffizienten, bei Dampfbetrieb gleich etwa 0,15, bei elektrischem Einzelantrieb mindestens 0,20; mit anderen Worten: das gleiche Adhäsionsgewicht zieht bei elektrischem Einzelantrieb 33% mehr als bei Dampfantrieb auf Kuppelachsen. Diese Zahlen lassen sich zwar nicht direkt auf die Ersparnis der zweiten Art übertragen, immerhin aber geben sie eine ungefähre Vorstellung von ihrer Grösse.

3. Die Ersparnis, die sich bei Anwendung elektrischen Betriebes durch die ganz erhebliche Verringerung der horizontalen Stösse ergibt, dürfte eine ganz erhebliche werden. Wer je auf einer Schnellzuglokomotive gefahren ist, weiss, wie dieser starre, fast ungefederte Koloss gegen die Schienen hämmert, derart, dass es jeden Neuling Wunder nimmt, wie ein derartig eckendes, zickzackförmig bald links, bald rechts gegen die Schienenköpfe anschlagendes Fahrzeug überhaupt in den Schienen bleibt. Man hat ja von eisenbahntechnischer Seite, nachdem man sah, dass Schienen, Bolzen und Bettung hielten, auf mancherlei Art hinterher zu beweisen gesucht, weshalb sie halten, das dürfte aber jedenfalls feststehen, dass der in Deutschland gegenwärtig vorhandene Oberbau bei Dampfbetrieb keine nennenswerte Geschwindigkeitssteigerung mehr zulässt, ohne die Grenzen der Betriebssicherheit zu übersteigen.

Die schlingernden und eckenden Bewegungen der Lokomotive lassen sich zwar durch kräftiges Anziehen der Kupplung von den Wagen im wesentlichen fernhalten, immerhin kommt es vor, dass sich diese Bewegungen durch den ganzen Zug fortpflanzen und so zu weiteren Abnutzungen Anlass geben.

Der völlige Mangel hin und her gehender Teile bei elektrischen Motorwagen lässt dagegen eine gleichmässig ruhige Fahrt, frei von jenen regelmässigen horizontalen Stössen erwarten, sowohl für den Motorwagen, als auch für die angehängten Personenwagen.

Es dürfte wahrscheinlich sein, dass sich unser heutiger deutscher Oberbau, soweit er jetzt den D-Zugverkehr zulässt, bei elektrischem Betrieb sehr wohl für Geschwindigkeiten bis zu 120 km pro Stunde und darüber ohne weiteres eignet, wenigstens in den geraden Strecken, und dass auf Strecken, auf denen gegenwärtig ein Bedürfnis nach Erhöhung der bestehenden Dampfzuggeschwindigkeit vorhanden ist, abgesehen von den verminderten Unterhaltungskosten, auch an Anlagekosten für Verstärkung der Geleise durch Einführung elektrischen Betriebes erheblich gespart werden kann.

Ueberblickt man daher die bei dem Konto Oberbau durch Einführung elektrischen Betriebes zu machenden Ersparnisse, so muss man zugeben, dass sie einen erheblichen Prozentsatz der für gleiche Geschwindigkeit und Beförderungsleistung zu machenden Ausgaben bei Dampfbetrieb erreichen. Die Summen, um die es sich hierbei handelt, gehen aus den weiter unten angeführten, den 1898 erschienenen *Statistischen Nachrichten von den Eisenbahnen des Vereins deutscher Eisenbahnverwaltungen für das Rechnungsjahr 1896* entnommenen Zahlen hervor.

III. Vergleich der Wagenkosten.

In den Kosten der Wagenunterhaltung werden ähnliche Unterschiede nicht hervortreten. Bemerkenswert ist immerhin bei elektrischem Betriebe die billigere Reinigung der Wagen innen und aussen, wegen des Fortfalles des Lokomotivrusses und Rauches, sowie die fast kostenlose elektrische Beleuchtung des Zuges (die Lampenbrennstunde dürfte auf weniger als 1 Pf. kommen).

IV. Vergleich der Bedienungskosten.

An Bedienungskosten lässt sich eventuell pro Zug ein Heizer sparen. Damit der Lokomotivführer nicht allein bei der Führung des Zuges ist, lässt sich der Platz für den Packmeister oder den Zugführer in dem Raum für



den Lokomotivführer anweisen. Irgendwie erheblichen Einfluss auf die Zugkosten hat dieser Umstand natürlich nicht.

V. Zusammenstellung der möglichen Ersparnisse pro Kilometer Betriebslänge bezw. pro Zugkilometer.

Die oben angeführte mögliche Ersparnis an Kraftkosten betrug pro Kilometer Strecke 3300 M.

Die Unterhaltungskosten pro Kilometer Geleislänge für einen derartigen Verkehr können mit für unsere Zwecke genügend genauer Annäherung geschätzt werden aus den Angaben der schon oben erwähnten *Statistischen Nachrichten*.

Es wurden im Jahre 1896 von den preussischen Lokomotiven zurückgelegt rund 240 Millionen Zugkilometer auf rund 39000 km Geleisen, oder pro 1 km Geleis 6150 Zugkilometer. Die Unterhaltungskosten pro Kilometer Geleis betragen abzüglich der Unkosten für Gebäude und Telegraphen etwa 3000 M.

Weiter verausgabte die Main-Neckar-Bahn, die als kürzere Strecke mit eigener Verrechnung und etwa 20 Schnellzügen pro Tag in beiden Richtungen zusammen am ehesten einen Schluss auf den dichten elektrischen Betrieb zulässt, pro Kilometer zweigeleisige Strecke 6640 M. für Bahnaufsicht und Bahnunterhaltung. Hiervon sind für Gebäude, Telegraphen u. s. w. rund 15% abzuziehen, so dass rund 5600 M. für die Unterhaltung des Ober- und Unterbaues, für sachliche und Personalabgaben verbleiben, oder pro Geleiskilometer 2800 M.

Zwar leistete die Bahn erheblich mehr Zugkilometer pro Kilometer Betriebslänge, als oben für die elektrischen Züge berechnet wurde, doch betrug andererseits die mittlere Schnellzugsgeschwindigkeit nur 50 bis 60 km pro Stunde, so dass bei Dampfbetrieb und der doppelten Geschwindigkeit, vorläufig, abgesehen von dem viel höheren Anlagekapital, wahrscheinlich erheblich höhere Unterhaltungskosten sich ergeben würden.

Einen weiteren Anhalt bieten die Unterhaltungskosten des Oberbaues der Ludwigs-Eisenbahn (Nürnberg-Fürth), die in beinahe ausschliesslichem Personenverkehr rund 30000 Züge im Jahre 1896 über die Strecke liess. Das ist zwar an Zügen erheblich mehr, als auf der weiter vorn skizzierten Vergleichsstrecke, da jedoch auf dieser die Züge eine weit höhere Geschwindigkeit, mehr Achsen und höhere Achsdrücke haben, so dürfte auf der Vergleichsstrecke bei Dampfbetrieb die Streckenunterhaltungskosten der Ludwigs-Eisenbahn mindestens erreicht, wenn nicht überschritten werden. Da diese pro Kilometer zweigeleisige Strecke 10170 M. betrugen, so sei für die Vergleichsstrecke pro Kilometer der Betrag von 11000 M. angenommen.

Berücksichtigt man die weiter vorn gegebenen Ausführungen über Oberbauabnutzung, so dürfte es niedrig geschätzt sein, wenn man bei elektrischem Schnellbetrieb pro Kilometer Betriebslänge 4000 M. Ersparnis gegenüber dem gleich leistungsfähigen Dampfbetrieb annimmt, darin einbegriffen 4% Zinsen für den Mehrbetrag an Anlagekapital, der bei Einführung von Schnellbetrieb mit Dampflokomotiven aufgewendet werden müsste.

Unter Vernachlässigung der kleinen Ersparnisse für Wagenunterhaltung und Bedienung würden dann pro Kilometer Betriebslänge 7300 M. Ersparnisse an den bisher verglichenen Betriebsausgaben gemacht werden.

Obige finanziellen Betrachtungen sind selbstverständlich nicht vollkommen einwandfrei, das Resultat lässt sich durch Verschiebung der Maschinennutzeffekte, der jährlichen Betriebsdauer der elektrischen Kraftstation, der Kohlenpreise u. s. w. zu Gunsten und zu Ungunsten des elektrischen Betriebes verschieben, jedenfalls aber dürfte so viel daraus hervorgehen — und damit wäre der Zweck der finanziellen Einleitung dieser Abhandlung erreicht —, dass die Rentabilität einer elektrischen Vollbahn unter Umständen sehr wohl gesichert sein kann und dass der elektrische Betrieb bei genügender Verkehrsdichte kleinere kilometrische Ausgaben verursacht als der gleichwertige Dampfbetrieb.

Es lässt sich auch von einer anderen Betrachtungsweise her zu einem günstigen finanziellen Schluss bezüglich der elektrischen Vollbahnen kommen, und zwar folgendermassen:

Es fahren jährlich über die Bahn in beiden Richtungen zusammen 11700 Züge mit 46800 vierachsigen Personenwagen und rund 2,3 Millionen Plätzen. Setzt man zur Erzielung möglichst starken Verkehrs die durchschnittlichen kilometrischen Fahrpreise auf nur 2,5 Pf. fest, so kann man gegenüber der jetzigen Platzausnutzung auf eine bedeutende Steigerung rechnen. Die Ausnutzung beträgt jetzt durchschnittlich bei Personenwagen etwa 26%, ist bei D-Wagen jedoch schon heute ganz erheblich höher und wird bei einem Tarif von 2,5 Pf. pro Kilometer noch mehr steigen. Nimmt man nun an, dass die Hälfte der Plätze besetzt wird, so ergibt sich eine jährliche kilometrische Einnahme aus dem Personenverkehr von 28700 M. Gelingt eine Steigerung des Verkehrs so weit, dass halbstündiger Zugdienst eingerichtet werden kann, so steigen die jährlichen kilometrischen Einnahmen aus dem Personenverkehr auf 57400 M. Vergleichsweise seien die kilometrischen Einnahmen der preussischen Staatsbahnen aus den oben erwähnten statistischen Nachrichten angeführt. Bei einem durchschnittlichen Anlagekapital von rund 256000 M. pro Kilometer Bahnlänge betrugen die kilometrischen Einnahmen:

Aus dem Personenverkehr rund	10500 M.	= 27%
„ „ Güter- u. s. w. Verkehr rund .	26700 „	= 69 „
„ besonderen Quellen rund	1500 „	= 4 „
Summa pro 1 km	38700 M.	

Mit diesen Einnahmen wurde eine Verzinsung des Anlagekapitals von über 7% erzielt.

Berücksichtigt man, dass für die angenommene elektrische Bahnlinie bei stündlicher Zugfolge das Anlagekapital für Personenwagen, Motorwagen und Kraftstationen zusammen noch nicht 20000 M. pro Kilometer beträgt und nimmt man für die Leitungsanlage gleichfalls 20000 M. pro Kilometer an, so könnte der übrige Teil der Bahnanlage über 200000 M. kosten, ehe die Anlagekosten pro 1 km Betriebslänge der preussischen Staatsbahnen erreicht würden.

Da nun die preussischen Zahlen unter Einfluss des Güterverkehrs genommen sind, auf dessen Rechnung ein erheblicher Teil der Anlagekosten an Rangiergeleisen, Signalanlagen, Güterschuppen u. s. w. geht, da ferner die Kosten für Lokomotivschuppen und Lokomotivwerkstätten, für Wasserstationen, Kohlenrampen u. s. w. bei elektrischem Betrieb fortfallen, so dürften trotz des etwas teureren Oberbaues die kilometrischen Anlagekosten der elektrischen Fernbahn mindestens nicht höher zu stehen kommen als rund 250000 M. Die kilometrischen Ausgaben werden sich jedoch erheblich niedriger stellen, wie aus folgender Betrachtung hervorgehen dürfte.

Die kilometrischen Ausgaben der preussischen Staatsbahnen betrugen (gleichfalls nach den erwähnten statistischen Nachrichten) rund 20500 M.

Sie setzen sich wie folgt zusammen:

1. Für allgemeine Verwaltung	1960 M.
2. „ Bahnaufsicht und Bahnverwaltung . . .	4970 „
3. „ Verkehrsdienst	7800 „
4. „ Zugbeförderungs- und Werkstättendienst	5730 „

Zu den einzelnen Posten bezw. zu den bei der elektrischen Fernbahn für Personenbetrieb möglichen Ersparnissen ist folgendes zu bemerken:

1. Allgemeine Verwaltung 1960 M.

Für eine reine Personenbahn ist infolge des einheitlicheren und einfacheren Betriebes und Materiales, infolge des Fortfalles der Güterverrechnung u. s. w. auch eine einfachere allgemeine Verwaltung möglich. Die Ersparnis sei angenommen zu 25% = 490 M.

Der Posten 1. ist an sich wenig erheblich.

2. Die Bahnaufsicht und Bahnerhaltung 4970 M.

möge unverändert beibehalten werden, obwohl über 1 km preussischer Staatsbahnen durchschnittlich etwa 460000 Achsen laufen, darunter etwa 70000 bis 80000 Lokomotivachsen, über 1 km elektrischer Fernbahnen jedoch bei dem angenommenen Stundenbetrieb nur etwa 250000 Achsen.

3. Verkehrsdienst 7800 M.

Dieser grösste von den vier Posten verspricht auch die wesentlichsten Ersparnisse. Er hat bei den preussischen Staatsbahnen folgende Zusammensetzung:

a) Personalkosten für die Oberleitung, den Stations- und Abfertigungsdienst 4180 M. Hiervon dürfte ein erheblicher Posten aus den gleichen Gründen wie unter 1. entbehrlich werden. Die Ersparnis sei angenommen zu 25% = rund 1050 M.

b) Zugbegleitungskosten 1370 M. .Die Begleitungskosten der Personenzüge wachsen bei sonst gleichen Verhältnissen angenähert umgekehrt proportional der Durchschnittsgeschwindigkeit der Züge. Diese wächst von etwa 45 km pro Stunde auf etwa 100 km pro Stunde. Die Begleitungskosten für Güterzüge fallen fort. Da eine Trennung der Begleitungskosten für Personen und Güter nicht angegeben ist, sind wir auf eine Schätzung der Ersparnisse angewiesen. Diese möge sich nach der Anzahl der jährlichen Achsen richten und es sei angenommen, dass sich diese Kosten wie die Anzahl Achsen verringern (exkl. Lokomotivachsen bezw. Motorwagenachsen). Die Ersparnis beträgt dann etwa 50% = rund 680 M.

c) Für das Verschieben der Züge wurden verausgabt 1640 M. Diese Kosten dürften zum grösseren Teil auf das Konto des Güterverkehrs kommen und es sei daher die Ersparnis zu 60% = 980 M. angenommen.

d) Für verschiedene Unkosten, wie sachliche Ausgaben für Bureaubedürfnisse, Geräte, Heizung, Beleuchtung und Reinigung der Züge und Stationen 610 M. Hierbei dürfte neben der Beleuchtung der Stationen besonders die der Wagen erhebliche Ersparnisse ermöglichen, auch die Reinigung wird infolge des fortfallenden Lokomotivrusses und Rauches eine einfachere werden. Die Ersparnis sei zu 25% angenommen = rund 150 M.

Die Summe der geschätzten Ersparnisse beträgt dann für Posten 3. 2860 M.

4. Zugbeförderungs- und Werkstättendienst 5730 M.

An dessen Stelle treten die weiter vorn berechneten Kraftkosten bei elektrischem Betrieb, ferner die Unterhaltung des Wagenmaterials.

Die Kraftkosten betrugen für 160 km Länge 620000 M.; die Anlagekosten für Wagenmaterial dürften 900000 M. betragen, von welcher Summe 15% für Unterhaltung und Abschreibung genommen werden sollen = 135000 M.

Sodann seien noch 45000 M. für Verschiedenes unter dieser Rubrik eingestellt. Die Kosten ad 4. bei elektrischem Betrieb würden dann 5000 M. pro Kilometer betragen.

Die insgesamt möglichen Ersparnisse würden dann nach obigen Schätzungen 4080 M. betragen, so dass den oben geschilderten Einnahmen von 28700 M. Ausgaben im Betrage von 16420 M. gegenüber stehen würden. Der kilometrische Ueberschuss beträgt dann aus dem elektrischen Betrieb 12280 M. Erreicht der Kapitalaufwand, welcher erforderlich ist, um eine derartige elektrische Fernbahn im Anschluss an ein vorhandenes Bahnnetz zu bauen, die volle Höhe der durchschnittlichen Anlagekosten der preussischen Staatsbahnen, so beträgt die erzielte Verzinsung 5%. Nun wird es aber in einer Reihe von praktischen Fällen genügen, den vorhandenen zwei Geleisen ein drittes, ausschliesslich für den Güterverkehr bestimmtes hinzuzufügen, um die beiden vorhandenen Geleise für den elektrischen Personenbetrieb frei zu bekommen.

In diesem Falle ist es sehr wohl möglich, dass der Staat als Unternehmer durch die Einrichtung des elektrischen Betriebes, die technische Lösung natürlich vorausgesetzt, ein lukratives Geschäft macht, zumal die glänzende Eisenbahnrente in Preussen bisher hauptsächlich durch den Güterverkehr erzielt wurde. Mit Dampfbetrieb dagegen würde eine derartige reine Personenschnellbahn wirtschaftlich aussichtslos sein.

Die Frage der elektrischen Fernbahnen hat aber für den Staat ein weit wichtigeres „finanzielles" Interesse, ein Interesse, das allerdings nicht in Prozenten oder in Mark und Pfennig ausgedrückt werden kann.

Derartige Fernbahnen, mit ihrer erhöhten Fahrgeschwindigkeit und Bequemlichkeit, ihrer häufigen Fahrgelegenheit, ihren möglichst billigen Fahrpreisen, vervielfachen unter allen Umständen den volkswirtschaftlichen Nutzen der Eisenbahn. Es wäre leicht, hier ein nicht unberechtigtes Zukunftsbild zu entwerfen, wir enthalten uns aber dessen lieber in einer technischen Zeitschrift; eines jedoch wollen wir nicht unterlassen anzudeuten. Die durch solche elektrischen Fernbahnen geschaffenen grossen Hochspannungskraftzentralen sind in der Lage, elektrische Energie auf Entfernungen und zu Preisen abgeben zu können, wie sie bisher im allgemeinen für derartige Zwecke nicht möglich sind. Die nützliche volkswirtschaftliche Wirkung einer derartigen billigen Energieversorgung grosser Landgebiete lässt sich zwar an Beispielen noch nicht zeigen — angenähert vielleicht in der Schweiz —, das dürfte aber von allen Seiten zugegeben werden, dass für dicht bevölkerte Gegenden hieraus eine für die Entwickelung des Volksvermögens und der Volkskultur höchst nützliche Anregung kommen kann, um so mehr, wenn gleichzeitig eine derartige Vervollkommnung des Verkehrs geschaffen wird, wie sie elektrische Fernbahnen bewirken können.

Allerdings eine grosse Frage ist bisher noch offen gelassen; sind solche Bahnen in absehbarer Zeit technisch möglich?

Diese Frage führt uns zum technischen Teil der Abhandlung. (Schluss folgt.)

Die Turbinen auf der Pariser Weltausstellung 1900.

Von **Wilhelm Müller**, Cannstatt.

(Schluss von S. 645 d. Bd.)

Ganz besondere Beachtung verdienen auch die in der Ausstellung der Ingenieurwerke in Gruppe VI, Klasse 29 der Abteilung des Deutschen Reiches ausgestellten Pläne ausgeführter grösserer Wasserkraftanlagen, welche zum Unterschied der seither einzeln betrachteten Objekte als Ganzes einschliesslich der Wasserbauten in ihrem Zusammenhang vorgeführt, zur Vervollständigung und Kennzeichnung des gegenwärtigen Standes des Turbinenbaues beitragen.

Unter den von *O. Intze,* Geheimer Regierungsrat und Professor in Aachen, ausgestellten Zeichnungen und Plänen, die den Grand Prix erhielten, kommen u. a. für unsere Uebersicht in Betracht:

I. *Neues Wasserwerk der Stadt Solingen:* Einrichtungen der Pumpstation mit Turbinen für das Wupperwasser und der Hochdruckturbinen für das Wasser aus dem Sammelbecken des Sengbachthales nebst Pumpen und Dynamomaschinen für elektrische Kraftübertragung nach Solingen. Das Nutzgefälle beträgt 3,70 bis 5,20 m, die Turbinen machen 100 Touren für elektrischen Antrieb und 60 Touren in der Minute für Pumpenantrieb, der Pumpenhub beträgt 0,725 m. Die Turbinen mit stehender Welle treiben 300pferdige Generatordynamos an. Beachtenswert ist, dass bei dieser Anlage ein dreifaches 300pferdiges Pelton-Rad für Pumpenbetrieb, 180 Umdrehungen in der Minute, und ein zweifaches 200pferdiges Pelton-Rad für elektrischen Betrieb Aufstellung gefunden haben, die mit 40 bis 60 m Druck des Sengbachbeckens arbeiten. Die Jonval-Turbinen mit 2,40 m äusserem Durchmesser erhielten für den Leitschaufelkranz einen entsprechenden Aufsatz zur Anbringung einer Ringschütze.

II. *Kraftanlage Lend-Gastein,* Lageplan, Längen- und

Querprofil. Turbinen- und Dynamoanlage für 7500 PS, bestehend in: Fünf Hochdruckturbinen für je 780 l in der Sekunde, bei 96 m Gefälle, Tourenzahl 150 in der Minute, Nutzleistung pro Maschineneinheit 750 PS. Ferner vier Hochdruckturbinen für je 1200 l in der Sekunde bei gleichem Gefälle, Tourenzahl 525 in der Minute, Nutzleistung 1150 PS. Die genehmigte grösste Triebwassermenge für den Stollen der Gasteiner Aache beträgt 8 cbm in der Sekunde. Die Wasserzuführung erfolgt durch eiserne Rohrleitung. Die Turbinen sind nach System *Girard* mit stehender Welle durch *Escher, Wyss und Cie.* in Zürich geliefert, die Anlage wurde 1897 bis 1898 ausgebaut und ist seit 1899 für die *Aluminium-Industrie-A.-G. Neuhausen* in Betrieb.

III. *Kraftübertragungsanlage Rheinfelden.* Die Kraftübertragungswerke zu Rheinfelden haben den Zweck, die Wasserkräfte des Rheines nutzbar zu machen und mittels Elektrizität industriellen und gewerblichen Unternehmungen auf einem Umkreis von rund 25 km zur Verfügung zu stellen. Hierzu wurde der Rhein in seiner ganzen Breite durch ein Grundwehr abgedämmt und die verfügbaren Wassermassen durch einen Oberkanal nach der Zentrale geleitet, wo 20 Turbinen für eine Leistung von je 840 PS aufgestellt sind. Die Turbinen sind als Reaktions-Francis-Turbinen, Patent *Escher, Wyss und Cie.*, mit radialem Wasserdurchfluss gebaut: Radialturbinen mit Wasserzuführung von aussen (Fig. 13). Jede derselben besteht aus zwei Paaren gleicher Turbinenräder von 2350 mm Durchmesser und 1240 mm Höhe. Die einzelnen Räder sind dabei vierkränzig, jedes Laufrad ist mit einer vollen Nabe versehen, so dass immer zwei Kränze nach oben und zwei nach unten ausgiessen müssen. Die Turbinen werden durch Ringgitterschieber, die gehoben oder gesenkt werden, geregelt und zwar genügt eine Hebung von 150 mm, um die Schieber voll zu öffnen. Die unteren Turbinenräder besitzen vierfache Schieber, die im ganzen geöffnet oder geschlossen werden, da diese bei allen Gefällsverhältnissen voll laufen müssen. Die oberen Turbinenräder hingegen sind mit zwei einfachen, voneinander unabhängigen Ringgitterschiebern versehen. Bei höherem Gefälle reicht die Beaufschlagung der vier Kränze der unteren Räder zum Betriebe völlig aus. Die oberen bleiben dann vollständig geschlossen. Sinkt das Gefälle und nimmt demzufolge die Wassermenge zu, so werden zunächst die beiden unteren Kränze der oberen Turbine und bei weiterer Abnahme des Gefälles auch die beiden oberen Turbinenkränze geöffnet, so dass die ganze Turbinenanordnung beaufschlagt wird.

Fig. 13.
840pferdige Turbine der Kraftstation Rheinfelden von Escher, Wyss und Cie.

Jede Turbine ist mit einer Dynamomaschine dergestalt gekuppelt, dass auf der senkrechten Turbinenwelle sich unmittelbar der Anker der Dynamo befindet. Von den 20 im Maschinenhaus befindlichen Turbinendynamos erzeugen 12 Stück Gleichstrom für elektrochemische Zwecke, der in mehreren unmittelbar neben der Zentrale gelegenen elektrochemischen Werken Verwendung findet. Die übrigen acht Dynamos erzeugen Drehstrom mit einer Spannung von 6800 Volt, der die erforderliche Energie für Licht- und Kraftzwecke liefert.

IV. *Thalsperre im Urfthale unterhalb Gemünd i/Eifel und Kraftanlage bei Heimbach a/Ruhr* für Hochdruckturbinen vorläufig von zusammen 10000 PS, sowie für einen Druck von 71 bis 107 m Wassersäule. Zusammenhang der Kraftstation bei Heimbach a. d. Ruhr durch Druckrohrleitungen und durch einen Druckstollen von 3000 m Länge mit dem Stauwasser des Sammelbeckens bei Gemünd.

Zur Erzeugung von 10000 PS sind acht Hochdruckturbinen von je 1250 PS vorgesehen, als vorläufig angenommene zeitweise erforderliche Maximalleistung.

Die mittlere Leistung soll 6400 PS in 7200 Arbeitsstunden pro Jahr betragen. Das Kraftwasser wird aus

einem Sammelbecken im Urfthale bei Gemünd, 45½ Millionen Kubikmeter Stau enthaltend, bei einem Niederschlagsgebiet von 375 km entnommen.

Das Motorengebäude ist für sechs grosse, zwei mittlere und eine kleine Turbine angelegt. Der Betriebsdruck in den Turbinen schwankt zwischen 71 m bei leerem und 107,5 m bei vollem Becken. Für die Zuleitung des Kraftwassers sind Stahlblechrohre von 1,50 m Weite verwendet.

V. Die vom *Eisenwerk Uhlenhorst, A.-G. Hamburg, vorm. Nagel und Kämp* ausgeführte Anlage im *Rheinhafen bei Kehl* verdient ebenfalls Erwähnung: Elektrische Zentrale mit Turbinenbetrieb für 2,380 m Gefälle. Leistung: vier Hauptturbinen je 350 PS, welche vier Drehstromdynamo von 3 × 3000 Volt Spannung antreiben. Eine Turbine ist für die hydraulische Regelung vorgesehen.

Die Doppelturbinen von 3,10 m Durchmesser mit innerer radialer Beaufschlagung nach bekannter *Nagel*'scher Type zeigen ähnliche Anordnung wie die Turbinen am Niagara, indem die beiden Laufräder oben und unten am Einlaufgehäuse sitzen, ebenso ist auch die Ableitung des Abflusswassers durch mehrere Kanäle, die sich vor dem Eintritt in den Ablaufkanal vereinigen, ähnlich wie bei den neueren mehrstufigen Turbinen, ausgeführt. Die obere Turbine zeigt zum Zweck der Regelung eine Abscheidung in vier Etagen, die untere ist Vollturbine. Auf der senkrechten Turbinenwelle ist eine Zahnradübersetzung zum Antrieb der Dynamowelle angebracht, die zugleich als Schwungrad dient.

Weitere von ausländischen Ingenieuren ausgeführte und in dieser Abteilung zur Ausstellung gebrachte Pläne von Gesamtanlagen sind:

Wasserkraftanlage Jaice, Bosnien. Lageplan und Plan der Kraftstation. Das effektive Gefälle beträgt 74,5 bis 68,8 m, die Gesamtwassermenge 11,18 bis 12,16 cbm in der Sekunde, die Gesamtleistung 8632 PS. Aufgestellt sind Spiralturbinen, von denen jede bei 300 minutlichen Umdrehungen 1000 PS leistet, gebaut von *Ganz und Comp.* in Budapest; sie sind mit Dynamos (WJD-800) von 800 Kilo-Watt verbunden. Zwei weitere Spiralturbinen, jede von 632 PS bei 300 minutlichen Umdrehungen, ebenfalls von *Ganz und Comp.* geliefert, sind mit Doppeldynamos (AF-180) von 400 Kilo-Watt verbunden. Ein Maschinensatz dient zur Aushilfe.

Wasserkraftanlage Hafslund, Norwegen. Lageplan und Plan der Kraftstation. Die Anlage verfügt über ein effektives Gefälle von 18,2 m im Mittel, eine Gesamtwassermenge von 124 cbm/Sek. und hat eine Gesamtleistung von 27 750 PS. Sie enthält sechs Jonval-Turbinen von je 142 minutlichen Umdrehungen und 1200 PS Leistung, gebaut von *J. J. Rieter* in Winterthur, verbunden mit Dynamos (WJD-850) von 800 Kilo-Watt und 22 Jonval-Turbinen von je 280 minutlichen Umdrehungen und 280 PS von derselben Firma, verbunden mit Dynamos (AF-180) von 200 Kilo-Watt Leistung.

Diese Vereinigung zeichnerischer und bildlicher Darstellungen und Modelle ganz hervorragender Ingenieurbauten, die von deutschen und fremdländischen Ingenieuren im In- und Auslande errichtet worden sind, bildet einen bemerkenswerten Teil der Ausstellung überhaupt, wobei noch ausdrücklich hervorgehoben werden mag, dass nur wirklich ausgeführte oder in Ausführung begriffene Werke — nicht Entwürfe — hier vereinigt sind.

Die Weltausstellung in Paris steht nicht nur an einem bedeutsamen geschichtlichen Wendepunkt, sondern sie erhält für die Technik der Kraftmaschinen einen besonderen Wert noch durch den zurück- und vorausschauenden Charakter der auf dem Marsfelde vereinigten Objekte.

Der Gesamteindruck der durch die vier erstklassigen Firmen der Schweiz zur Schau gebrachten Turbinen ist wirklich ein vorzüglicher und ohne jede Einschränkung muss der Besucher derselben dem schweizerischen Gewerbefleiss und seiner hochentwickelten Industrie das Zeugnis ausstellen, dass beide auf der Höhe der Zeit stehen und, sowohl in Bezug auf Gesamtanordnung, technische Ausführung und Durchbildung der Einzelheiten, wie Solidität und Formvollendung der Erzeugnisse die Konkurrenz auf dem Weltmarkt nicht zu scheuen brauchen.

Die achsiale Jonval-Turbine ist gänzlich verschwunden, überhaupt finden sich achsiale Turbinen (*Fontaine, Girard*) nur noch bei einigen französischen Werkstätten vor.

Ferner ist zu beobachten, dass die einzelnen Laufräder selten mehrere Schaufelkränze bekommen, und dass mehrfache Turbinen auf einer Achse vereinigt, bevorzugt werden, weil man eben durch die Beschaufelung trotz aller Annäherung eine Uebereinstimmung der Wasser- und Radgeschwindigkeiten bei mehreren *ineinander gelegten* Schaufelkränzen praktisch nicht vollständig erreicht.

In Zapfenkonstruktionen ist wesentlich Neues nicht zu bemerken mit Ausnahme der Zapfenentlastungen durch Oeldruck und der Zapfenkühlung durch Wasserzirkulation (*Rieter*).

Wie der Dampfmaschinenbau in der Ausnutzung des Dampfes bedeutende Fortschritte zeigt und unausgesetzt Verbesserungen zur Erreichung des höchsten wirtschaftlichen Betriebes aufweist, so bereitet sich auch im Turbinenbau eine neue Aera in der Vervollkommnung dieser Kraftmaschinen vor, und hierzu dürfte das Radialsystem vornehmlich berufen sein.

Die Ausnutzung bedeutender Wasserkräfte und die Konzentration grosser Leistungen der einzelnen Maschinensätze hat den Konstrukteuren neue Aufgaben gestellt, wozu die Elektrizität den Anstoss gab. Der Bau von Generatordynamos mit entsprechend grossem Durchmesser hat dazu geführt, elektrische Maschinen von 1000 und mehr Pferdekräften unmittelbar mit den Turbinenspindeln zu verbinden, und Räderantriebe zu vermeiden.

Zur *Gusstechnik* ist zu bemerken, dass wieder mehr Vorliebe für Gussschaufeln zu bestehen scheint, indem alle Anstrengungen gemacht werden, dieselben so dünn und rein als möglich herzustellen, da Lockerungen der eingegossenen Stahlblechschaufeln bei hohen Gefällen selten ganz zu vermeiden sind.

Fast alle grösseren Firmen haben Laufräder in Rohguss ausgestellt, so z. B. *Escher, Wyss und Cie.* ein sauber gegossenes Francis-Laufrad von beträchtlichen Abmessungen, ebenso *Brault, Teisset und Chapron* und *Singruen Frères* je ein Laufrad ihrer grössten Nummer der amerikanischen Turbinen.

Der zu vollständigen Reihen in aufsteigender Grösse vereinigten Löffelräder, die sich fast bei allen Ausstellern vorfinden, ist schon Erwähnung geschehen. Den besten Rohguss zeigt wohl ein amerikanisches Laufrad (22 Zoll engl. Durchmesser) mit nur 7 mm Schaufeldicke. Einige der ausgestellten Laufräder weisen dabei eine beachtenswerte Schaufelhöhe bis 70 und 80 cm auf, diese in tadelloser Reinheit herzustellen, ist aber nur möglich mit ausgesuchten Eisensorten, wie solche Amerika und mit Hilfe eines Gusssandes, wie ihn z. B. Frankreich besitzt. Ausserdem sind dazu vorzügliche Modelle und Kernbüchsen notwendig und verursacht die Herstellung solcher Stücke ausserdem noch bedeutende Formerlöhne.

Die Ausstellung möge deshalb für die beteiligten Kreise den nicht zu übersehenden Fingerzeig geben, dass die Weiterentwickelung des Turbinenbaues ihren Schwerpunkt künftig auch in der Ausgestaltung der Gusstechnik zu suchen hat.

Der Turbinenbau lässt ähnliche Entwickelungsphasen erkennen, wie z. B. der Bau von Dampf- und Gaskraftmaschinen, und hauptsächlich derjenige von elektrodynamischen Motoren. Nur besteht zwischen Wasser- und Dampfmotoren der wesentliche Unterschied, dass man im Wasserbau auf die Konstruktion der Turbine von vornherein durch die Theorie hingeführt wurde, welche von Anfang an durch wissenschaftlich gebildete Fachleute richtig erkannt worden war, während dies bei Dampfmaschinen nicht der Fall ist. Erst Mitte der 70er Jahre hat man die Wärmelehre eingehend erforscht, wodurch der Bau der Dampfmaschine erst etwa ein Jahrzehnt später zufolge der durch die Elektrizität gestellten neuen Aufgaben eine rapide Entwickelung annahm. Die theoretische Begründung der Wirkungsweise des Dampfes hinkte somit der Praxis nach und ist heute noch nicht als abgeschlossen zu betrachten, während umgekehrt für die Konstruktion der Turbinen wissenschaftliche Erwägungen von Anfang an die Grundlage beim Bau dieser Motoren bildeten.

Trotz theoretischer Durchdringung des Gegenstandes



ist der Turbinenbau heute noch bei Ausführungen für aussergewöhnliche Verhältnisse auf das Experiment angewiesen. *Riva* in Mailand probierte für die Kraftstation in Paderno zuerst mehrere Laufräder auf den höchsten Nutzeffekt aus, um danach die Turbinen für diese Anlage zu bauen. *Piccard und Pictet* in Genf sind bei dem Entwurf für die zweite Serie 5000pferdiger Niagaraturbinen von der früheren Konstruktion insofern abgewichen, als sie die

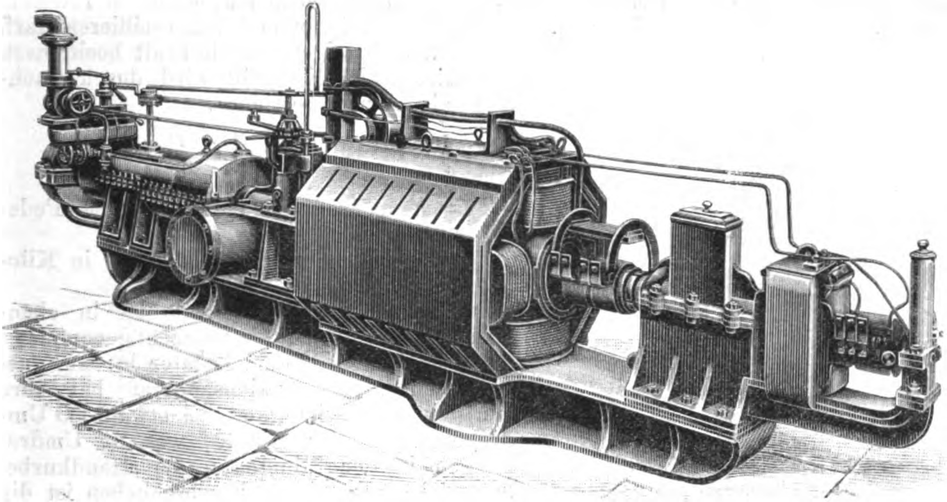


Fig. 14.
500 K.-W.-Turbo-Alternateur, System Brown-Boveri-Parsons.

Wasserzuführung nicht mehr gabelförmig nach oben und unten für zwei getrennt arbeitende Laufräder, sondern von unten nach oben für *ein* doppelkränziges Rad angeordnet haben. Dass sich der moderne amerikanische Turbinenbau ausschliesslich auf Ausprobierung jedweder praktischen Möglichkeit stützt, ist allgemein bekannt; dort sind Turbinen ausschliesslich Versuchsgegenstände. Diese Methode beherrscht Charakter und Ziele des amerikanischen Turbinenbaues. Doch konnten amerikanische Turbinen sich lange nur schwer Eingang in Europa verschaffen.

Laufräder — Leiträder — Laufräder

Fig. 15.
Schema der Schaufelung an Parsons Dampfturbinen.

Ueberblickt man die Entwickelung des Turbinenbaues, insbesondere in Hinsicht auf die stärksten bis heute ausgeführten Motoren, so ist man geneigt anzunehmen, dass derselbe wieder auf seine Anfangsstadien, auf die Ideen *Fourneyron*'s zurückgreift, d. h. dass das Radialsystem aufs neue starke Beachtung und Weiterbildung erlangt hat, was bestätigt, dass der geniale Erfinder von Besançon das Wesen der Turbinen im Kernpunkte erfasst hatte. Bei seinem ersten Entwurf begegnet man schon konstruktiver Ausgestaltung der Einzelheiten für die Anforderungen des Betriebes: Zugänglichkeit zum Laufrad, hohe Tourenzahl, leichte Regelfähigkeit, somit schon allen denjenigen Eigenschaften, die man heute von einer guten Turbine verlangt.

Der Entwickelungsgang des hier behandelten Maschinensystems wäre nur durch Anstellung umfassender Bremsversuche und Ermittelung weiterer Erfahrungskoeffizienten, sowie Ausprobierung jeder Variation der verschiedenen Bauarten zu fördern. Die Umsicht und Sorgfalt, mit welcher diese Versuche auszuführen sind, verlangen jedoch eine mit allen Hilfsmitteln der modernen Messkunst ausgerüstete *hydraulische Versuchsanstalt* grossen Stils, um sichere Schlüsse auf den Wert oder Unwert von Turbinen zu ziehen. Hierdurch wäre auch die Möglichkeit geboten, Konstruktionsänderungen auf den Erfolg zu prüfen und zu verhüten, dass Turbinen zur Versendung gelangen, für welche der Besteller das Lehrgeld zu bezahlen hat.

Hand in Hand damit hätte die Vervollkommnung der Methode zur Ermittelung der verbrauchten Wassermenge zu gehen, weil hierin noch immer der schwächste Punkt der Leistungsuntersuchungen von Wassermotoren liegt. Dass diese Versuche für die Industrie von grossem Interesse und Nutzen sein dürften, steht ausser Frage.

Dampfturbinen.

Zur Vollständigkeit unserer Uebersicht über die ausgestellten Turbinen sollen auch die Dampfturbinen noch Beachtung finden, einesteils, weil sie als Turbinenanordnungen in den Rahmen unserer Ueberschau gehören, und anderenteils eine Reihe von bedeutsamen Vorzügen aufweisen.

Wie bei Wasserturbinen tritt auch hier das Bestreben hervor, für den Dampfbetrieb sowohl die achsiale als auch die radiale Durchflussrichtung in Anwendung zu bringen. Für vorteilhafteste Ausnutzung der im strömenden Dampfe zur Verfügung stehenden Energie kommen sogen. „Stufenturbinen“ (Fig. 15) von *Parsons*, in neuester Zeit auch als Radialturbinen, sowie die Konstruktion *de Laval* als Achsialturbinen zur Ausführung, welche bedeutungsvollen Erfindungen sich mit Erfolg in die Praxis der Kraftmaschinen eingeführt haben.

Die Turbine von *C. A. Parsons* besteht aus einer grösseren Anzahl hintereinander aufgestellter Reaktionsturbinen, die auf dem ganzen Umfang beaufschlagt werden. Es ergibt sich daraus sofort die Thatsache, dass die *Parsons*'sche Turbine sich hauptsächlich für grössere Leistungen eignet. Der aus einer Turbine austretende Dampf gelangt unmittelbar in den Leitapparat der folgenden Turbine u. s. w. Dergestalt wird das totale Gefälle in eine entsprechende Anzahl Teile zerlegt und damit verringert sich die Durchflussgeschwindigkeit des Dampfes und somit auch die Umfangsgeschwindigkeit der Turbine.

De Laval wendet dagegen eine achsiale Turbine mit

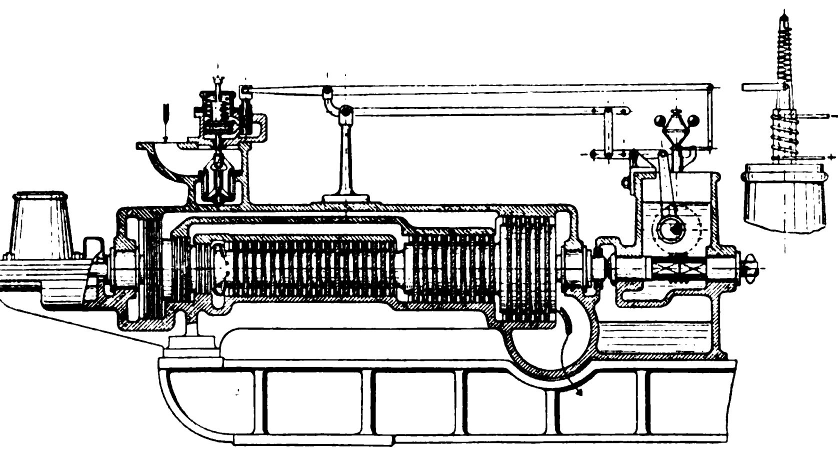


Fig. 16.
Längenschnitt einer Parsons-Turbine.

einem Schaufelkranze an, der Leitapparat derselben besteht aus mehreren Düsen von kreisförmigem Querschnitt.

Auf der Pariser Ausstellung sind sowohl die *de Laval*'sche (Fig. 17 bis 19) als auch die *Parsons*'sche Turbine (Fig. 14 und 16) in mehreren Exemplaren vertreten und zum Teil in Betrieb zu sehen, die erstere in der französischen und in der schwedischen Abteilung, die zweite in der englischen und in der schweizerischen Abteilung.

Seit Jahren sucht man das Problem der einfachen

rotierenden Dampfmaschine zu lösen, welche besonders zur direkten Kuppelung an Dynamomaschinen, Pumpen, Gebläse und derartige umlaufende Maschinen, die grosse Geschwindigkeit verlangen, konstruiert wurde. Der unmittelbare Antrieb wird deshalb bevorzugt, weil ein zwischengeschalteter Riemen immer schlägt.

Die kleinen Dimensionen, das geringe Gewicht und der stossfreie Gang sind in vielen Fällen ausschlaggebend für die Bevorzugung dieses Maschinensystems. Da der Dampfverbrauch ebenso sparsam als jener der besten Kolbendampfmaschinen von gleicher Kraftleistung unter gleichen Betriebsverhältnissen, auch bei geringer Belastung ein hoher Nutzeffekt vorhanden ist, so ist es erklärlich, dass innerhalb weniger Jahre die Dampfturbinen eine grosse Verbreitung und vielseitige Anwendung finden konnten, gewiss ein Merkmal ihrer vorteilhaften Eigenschaften.

Für die Dampfturbinen haben sich nur wenige Aussteller eingefunden:

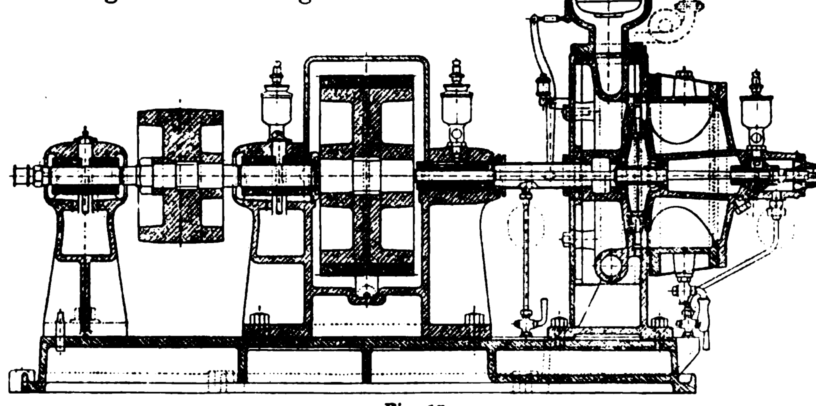


Fig. 17.
30pferdiger Dampfturbinenmotor, System de Laval.

Société de Laval in Paris, *Brady* in Chicago, *Frues, Alexander* in Nicolaistadt (Finnland), *Aktiebolaget de Lavals Angturbin* in Stockholm, *Ekermann, C. F., und Liedbeck* in Stockholm, *Maison Brequet* in Paris, *A.-G. für Dampfturbinen, System Brown-Boveri-Parsons* in Baden (Schweiz), unter denen die *Aktiebolaget de Laval* in Stockholm und *Brown-Boveri-Parsons* in Baden die hervorragendsten sind.

Erstere sind durch eine besondere Gruppe vertreten, enthaltend:

1. *Dampfturbinenpumpe*, Type KKP:
Leistung 2800000 l Wasser pro Stunde bei 7 m Förderhöhe,
Gewicht 6530 kg,
Aeussere Dimensionen (die Röhren nicht inbegriffen):
Länge 4300 mm
Breite 2130 „
Höhe 1400 „

2. *Dampfturbinendynamo*, Type ?D:
Leistung 4600 Watt,
Gewicht 380 kg,
Aeussere Dimensionen: Länge 1460 mm
Breite 420 „
Höhe 575 „

3. *Dampfturbinengebläse*, Type AF:
Leistung 1600 cbm Luft pro Stunde bei 250 mm Wassersäulendruck,
Gewicht 224 kg,
Aeussere Dimensionen: Länge 1310 mm
Breite 750 „
Höhe 775 „

4. *Dampfturbinendynamo*, Type DDZ:
Leistung 9900 Watt.

Diese Maschine ist seit Februar 1893 im Gotenburger Wasserwerk ununterbrochen in täglichem Betrieb gewesen, ohne dass irgend welche der ursprünglichen Teile ausgetauscht oder repariert worden sind.

Der fünfte Ausstellungsgegenstand: *Apparat zur Demonstrierung der Eigenschaften der federnden Turbinenwelle* zieht das Interesse des Fachmannes auf sich.

Die grosse Tourenzahl des Turbinenrades ist dadurch ermöglicht, dass die Turbinenwelle federnd gemacht worden ist. Zufolge dieser Anordnung hören alle heftigen Vibrationen auf, sobald die sogen. *kritische Geschwindigkeit* überschritten wird, und die Lager werden so nicht der Gefahr des Heisslaufens ausgesetzt. Zugleich wird der Gang der ganzen Maschine ruhig und geräuschlos.

Die kritische Umdrehungszahl stimmt mit der Vibrationszahl der Welle überein, wenn sie, ohne zu rotieren, nebst dem Turbinenrade frei hin und her oscillieren darf, nur von ihrer eigenen Federkraft beeinflusst.

Diese Vibrationszahl wird durch nachstehende Formel bestimmt:

$$n_0 = 300 \sqrt{\frac{P}{Q}}$$

P = Federkraft der Welle bei 1 cm Federung,
Q = Gewicht des Turbinenrades in Kilogramm.

(Das Gewicht der Welle ist in obenstehender Formel nicht in Betracht genommen.)

Die Welle mit dem Rotator in dem ausgestellten Demonstrationsapparat hat ihre kritische Geschwindigkeit bei etwa 2000 Umdrehungen in der Minute, was 21 Umdrehungen in der Minute an der Handkurbel entspricht. Besonders hervorzuheben ist die plötzliche Abnahme des Drehungswiderstandes in dem Augenblicke, wo die kritische Geschwindigkeit überschritten wird. Dies hat seinen Grund in dem Aufhören der Vibrationen und der Abnahme der Lagerreibung.

Im Betriebe befinden sich *Laval*'sche Dampfturbinen in der französischen Abteilung, teilweise zur Erzeugung von elektrischem Licht, teilweise für Pumpenbetrieb bei der *Société de Laval* in Paris, ferner in der Ausstellung des „*Maison Brequet*“ in Paris, und bei der Wasserpumpstation der „*Compagnie Worthington*“.

Die Dampfturbine ist kein unreifes Experiment, sondern eine seit einer Reihe von Jahren in der Praxis erprobte Maschine, welche sich in fast allen Ländern Europas, sowie auch in überseeischen Ländern schon in zahlreichen Exemplaren im Betrieb befindet. Bis Ende März 1900 hat z. B. die *Aktiebolaget de Lavals Angturbin* in Stockholm 2200 Maschinen mit einer Gesamtleistung von 65000 PS aufgestellt.

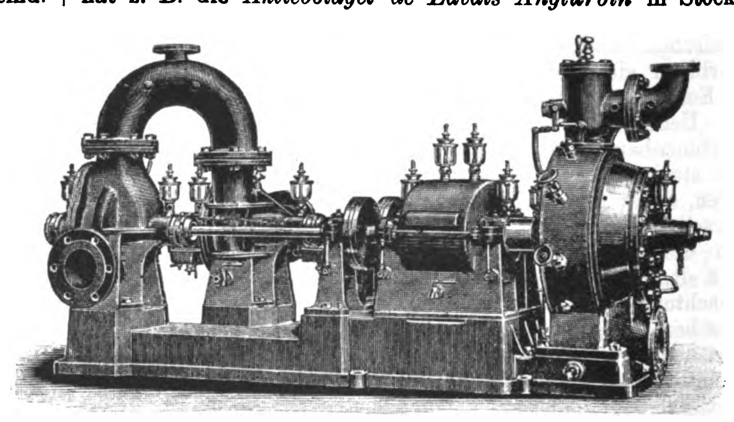


Fig. 18.
Dampfturbinenhochdruckpumpe, System de Laval.

Laval baut seine Turbinen bis jetzt in Stärken bis 300 PS, macht aber gegenwärtig Versuche mit Modellen bis 600 PS, während nach *Parsons'* System schon Turbinen bis 3000 PS ausgeführt sind. Es scheint somit, dass für mässige Kraft die Laval-Turbine und für grosse Leistungen Parsons-Turbinen zu empfehlen sind. Beide Systeme arbeiten mit Kondensation, was wirtschaftlicher ist. Die *Laval*schen Turbinen machen einen maschinenmässigeren Eindruck als diejenigen von *Parsons*, sind konstruktiv mehr durchgebildet, Parsons-Maschinen sind bei der gleichen Leistung grösser und schwerer als diejenigen von *Laval*,

laufen aber langsamer. Durch *Parsons*'sche Turbinen ist die Lösung des Problems der rotierenden Dampfmaschine insbesondere für grosse Maschineneinheiten anscheinend gelungen. Ausführungen in Grössen bis zu 5000 PS sollen bereits die praktischen Proben ihrer Leistungsfähigkeit bestanden haben, und eingehende Versuche ergaben, dass mit diesen Maschinen ein ebenso geringer Dampfverbrauch als mit den gebräuchlichen langsam laufenden Präzisions-

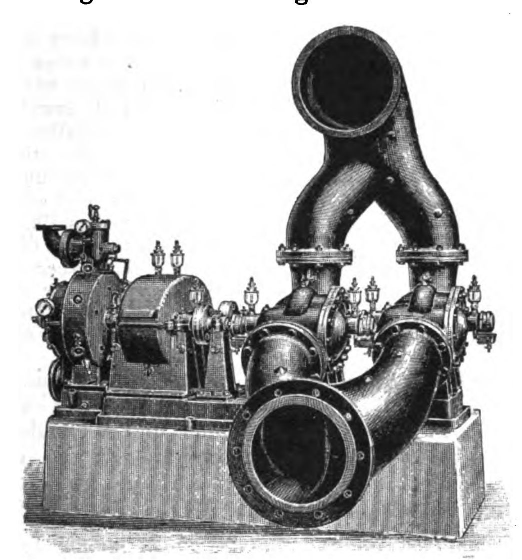


Fig. 19.
Grosse Dampfturbine, System de Laval.

dampfmaschinen erzielt wird. Aber abgesehen von ihrem geringen Dampfverbrauch zeichnet sich die Dampfturbine durch ihre ausserordentliche Einfachheit, die dadurch bedingte grosse Betriebssicherheit und leichte Reparaturfähigkeit, durch den geringen Platzbedarf und den Wegfall schwerer Fundamente aus. Der Bedarf an Schmieröl reduziert sich auf ungefähr den zehnten Teil desjenigen einer gleich grossen Dampfmaschine und das Kondensat bleibt ganz frei von Verunreinigungen durch Oel.

In Verbindung mit einer Dynamo stellt die Turbodynamo die denkbar einfachste und vollkommenste Verbindung einer Dampfmaschine mit einer elektrischen Maschine dar. In der Zentrale der Stadt Elberfeld gelangten bereits zwei solcher Parsons-Turbodynamos von je 2000 PS und für Wechselstrom von 4000 Volt Spannung zur Aufstellung [1]).

[1]) *Zeitschrift des Vereins deutscher Ingenieure*, 1900.

Nach dem von den Sachverständigen *W. H. Lindley*, Prof. *M. Schröter* und Dr. *H. F. Weber* erstatteten Bericht sind die Vertragsbestimmungen, dass jeder Maschinensatz eine Nutzleistung von 1000 Kilo-Watt bei 4000 Volt und 50 vollen Perioden in der Sekunde aufweist, und zwar gemessen bei induktiver Belastung mit einer Phasenverschiebung bis herab zu $\cos\varphi = 0{,}8$, nicht nur erfüllt, sondern wesentlich überschritten worden. Die Turbine selbst leistete bei vollem Dampfdruck von 11 at absolut 1300 bis 1400 Kilo-Watt. Nach den Versuchen hat der elektrische Regulator bei Belastungsänderungen, welche zwischen 12 und 62 % schwankten, die Umlaufszahl und damit die Spannung derart geregelt, dass die mittlere Aenderung der letzteren 1,1 % der Ausgangsspannung betragen hat. In Bezug auf den Dampfverbrauch ergab sich, dass die Kurve des zugesicherten Dampfverbrauches von jener nach den Messungen bei rund 370 Kilo-Watt gekreuzt wird, und dass demnach der Verbrauch über dieser Leistung kleiner als zugesichert, unter dieser Leistung grösser als zugesichert ausgefallen ist. Da indessen die Dampfturbinen weitaus überwiegend mit hoher Belastung und selten mit weniger als $^1/_3$ der normalen Belastung beansprucht werden, gleichen die besseren Ergebnisse bei höheren Belastungen die Minderleistungen bei den geringen Belastungen und beim Leerlauf mehr als völlig aus.

Der ausgestellte *Parsons*'sche 500 Kilo-Watt-Turbo-Alternateur, dessen Gewicht 18 t und beanspruchten Raum 25' × 6'4" (engl.), soll bei 5000 Kilo-Watt 10 kg per Kilo-Watt-Stunde Dampfverbrauch haben und bei einer Maschine von 1500 Kilo-Watt soll derselbe 8 kg per Kilo-Watt-Stunde betragen.

* * *

Am Ziele unseres Rundganges angelangt, könnte es auf den ersten Blick erscheinen, als ob der Turbinenbau den mächtigen und prächtig aufgebauten Dampfmaschinen gegenüber an Zahl und Umfang der ausgestellten Objekte etwas zurückstehe. Zieht man jedoch in Betracht, dass von einigen Maschinenfabriken Turbinen von 1000 und mehr Pferdekräften vorgeführt sind und bringt die Effektsumme aller in Gruppe IV Klasse 20 vereinigten Wassermotoren mit derjenigen der ausgestellten Dampfmaschinen in Vergleich, so ergibt sich, dass die Turbinengesamtleistung derjenigen der Dampfmotoren ebenbürtig ist.

Gerade dadurch, dass bei den Turbinen mit einfachen Mitteln und wenig Materialaufwand ganz enorme Kraftleistungen erzielt werden, treten diese Maschinen gegenüber den vielgliederigen Zurüstungen der Dampfmotoren bescheidener in die Erscheinung.

Kleinere Mitteilungen.

Die Elektrotechnik auf der Pariser Weltausstellung 1900.

Prof. Dr. *Fr. Vogel* hielt am 25. September d. Js. im *Verein deutscher Maschineningenieure* einen Vortrag über *Die Elektrotechnik auf der Pariser Weltausstellung 1900.* Wir entnehmen demselben folgendes:

Die *Allgemeine Elektrizitätsgesellschaft Berlin* hat eine Drehstromdynamomaschine von 3000 Kilo-Watt Leistungsfähigkeit ausgestellt, deren Erregermaschine direkt auf der Welle sitzt, angetrieben durch eine Maschine von *A. Borsig.*

Ebenfalls eine ansehnliche Drehstromdynamo (1000 Kilo-Watt bei 5000 Volt Spannung) hat die *Elektrizitäts-Aktiengesellschaft vormals Lahmeyer und Co.* in Frankfurt a. M. ausgestellt.

Nicht minder hervorragend ist das von der *Elektrizitäts-Aktiengesellschaft vormals Schuckert und Co.* in Nürnberg Gebotene. Um die Ehre, die grösste Dynamomaschine nicht nur auf die Ausstellung geschickt, sondern überhaupt gebaut zu haben, wetteifert mit der *Allgemeinen Elektrizitätsgesellschaft* der *Helios*, Aktiengesellschaft in Köln. Diese Maschine ist eine direkt gekuppelte Weckselstrommaschine, die bei 70 Umdrehungen pro Minute 2000 Kilo-Watt einfachen Wechselstrom oder 3000 Kilo-Watt Drehstrom liefert (s. S. 258 d. Bd.).

Siemens und Halske haben eine Dreiphasenmaschine von 2500 PS bei 2200 Volt Spannung ausgestellt.

Besonderes Interesse beanspruchen die Widerstände von Dr. *Max Levy* in Berlin, bei denen die Widerstandsdrähte als Bänder hochkant in Email auf massiven Unterlagen eingelassen sind. Aber auch das Ausland hat sich bemüht, durch Maschinen grösster Leistungsfähigkeit zu imponieren.

Die *Société anonyme „Le Carbone“* zeichnet sich durch ihr in verschiedenen Härtegraden hergestelltes Kohlenmaterial aus.

Dass die Bogenlampenindustrie eine wohlgepflegte Spezialfabrikation bildet, zeigt u. a. die geschmackvolle Anordnung der Firma *Körting und Matthiesen* in Leutzsch-Leipzig.

Besonderes Interesse erregt naturgemäss der Nernst-Lampenpavillon der *Allgemeinen Elektrizitätsgesellschaft.*

Der Vortragende fasste den gewonnenen Gesamteindruck dahin zusammen, dass die Pariser Weltausstellung die stetige Fortentwickelung der Elektrotechnik, namentlich der elektrischen Bahnen zur Anschauung bringt, wenngleich auf ihr kein so durchschlagender Versuch vorgeführt wird, wie dies seiner Zeit auf der internationalen elektrotechnischen Ausstellung zu Frankfurt a. M. mit der Lauffen-Frankfurter Kraftübertragung geschah.

Die transkaukasische Petroleumleitung.

Am 3. Juli d. Js. wurde im Kaukasus die grosse Rohrleitung, die dazu bestimmt ist, das Petroleum der Bakuer Naphtaindustrie



am Kaspischen Meere nach dem Hafen von Batum am Schwarzen Meere zu leiten, dem Betriebe übergeben. Zur Zeit hat man den Rohrstrang noch nicht bis in das Erzeugungsgebiet des Petroleums bei Baku hineingeleitet, sondern vorläufig nur bis zur Eisenbahnstation Michailowo der Transkaukasusbahn. Von den Bakuschen Naphtafeldern gelangt das Petroleum in Kesselwagen nach der Station Michailowo, wo man besondere Sammelbehälter von je 30 000 Pud (491,4 t) Fassungsraum zur Aufnahme und Messung des Petroleums errichtet hat.

Der Abfluss des Petroleums aus den Kesselwagen in die Sammelbehälter geschieht in abgedeckten und geneigten eisernen Röhren, die an den Schienensträngen entlang geführt sind. Nachdem das Petroleum in den Sammelbehältern gemessen worden ist, wird es durch Pumpen in drei Behälter von je 120 000 Pud (je 1965,6 t) Fassungsraum gehoben und aus diesen nach Batum abgeleitet. Zwischen Michailowo und Batum befinden sich auf den Bahnstationen Ssamtredi und Ssupssan Sammelbehälter mit Pumpvorrichtungen. Die Pumpen von Michailowo können das Petroleum, wegen des hier vorhandenen natürlichen Gefälls, bis auf 117 Werst (125 km), die von Ssamtredi und Ssupssan nur auf 47 bezw. 48 Werst (50 bezw. 51 km) Länge drücken. Die Gesamtlänge der Rohrleitung bis zum Batumer Hafen beträgt 216 Werst (230 km). Sämtliche Röhren von 20 cm lichtem Durchmesser und 8 mm Wandstärke sind in der Bettung des Eisenbahndammes verlegt und in Abständen von 2 bis 4 km mit Ventilen versehen, die bei einem Rohrbruch das Ausfliessen grösserer Oelmengen verhüten sollen.

Bei Brückenüberführungen liegen die Röhren auf dem Bohlenbelag oder ausserhalb der Brückenträger. Die Beaufsichtigung der Rohrleitung ist den Bahnwärtern übertragen, die für diesen Zweck mit den erforderlichen Werkzeugen zur Ausbesserung der Leitungsröhren und mit Ventilschlüsseln versehen sind. Die Wärterhäuser stehen durch Fernsprechleitungen und elektrische Signalvorrichtungen mit den Petroleumstationen in Michailowo, Ssamtredi und Ssupssan in Verbindung. Auf der Hauptstation hat man einen Hilfswagen mit allen Einrichtungen für grössere Rohrausbesserungen oder Rohrbrüche eingestellt. Die Leitungsröhren wurden in russischen Walzwerken hergestellt und sind an ihren Verbindungsstellen mit Schraubenmuffen versehen. Die Pumpen von je 150 PS, nach dem Coumpoundsystem mit Kühlvorrichtung und Kompensatoren, lieferte die Firma *Worthington und Co.* in Brooklyn. Die Rohrleitung ist für eine grösste Leistungsfähigkeit von 60 Millionen Pud (982 800 t) jährlich berechnet worden, was bei 336 Arbeitstagen einer Tagesleistung von 215 000 Pud (2925 t) entspricht.

Die Pumpstation in Batum besitzt 11 Petroleumbehälter mit zusammen 1½ Millionen Pud (24 570 t) Fassungsraum. Von hier führen zwei Leitungen nach dem Hafen und Zweigleitungen nach den umliegenden Fabriken. Durch die Hafenleitung kann ein Tankdampfer von 4000 t in weniger als 10 Stunden gefüllt werden. Das ganze Unternehmen wird von der Regierung verwaltet und hat einen Kostenaufwand von rund 5 Millionen Rubel (etwa 10,75 Millionen M.) beansprucht. Für die Beförderung des Petroleums von der Station Michailowo nach Batum werden ¼ Kop. für 1 Pud (etwa 33 Pf. für 1 t) erhoben. Die Verlängerung der Leitung bis in den Fabrikationsmittelpunkt steht demnächst in Aussicht, bis zur Station Ag-Tagljä (etwa 141 km östlich von Michailowo) ist sie bereits beschlossen worden.

Da Petroleumleitungen nicht nur ein gutes Mittel zur Entlastung der Eisenbahnen bilden, sondern auch wesentlich zur Verbilligung der Beförderungskosten beitragen, besteht der Plan, auch im nördlichen Kaukasus die Naphtagebiete von Grosny durch eine Leitung mit dem Hafen von Noworossiisk am Schwarzen Meere zu verbinden.

Bücherschau.

Vorreden und Einleitungen zu klassischen Werken der Mechanik. Zweiter Band der Veröffentlichungen der Philosophischen Gesellschaft an der Universität zu Wien. Leipzig, Pfeffer, 1899. Preis M. 5.—

Es ist ein erfreuliches Zeichen unserer Zeit, dass die Erkenntnislehre, die von jeher zu der Philosophie zählt, an Selbständigkeit gewinnt und vorurteilsfrei, unabhängig gar von der metaphysischen Philosophie, sich der Kritik der Naturwissenschaften zuwendet, die geschichtliche Entstehung ihrer Lehrsätze logisch erforschend. In der Mathematik und in der Geometrie ist diese Analyse eine leichte: hier herrscht die Denknotwendigkeit allein. Den ersten Schritt in die Erscheinung macht die Mechanik. Das ist die erste Wissenschaft, welche ausser der Denknotwendigkeit noch mit der Naturnotwendigkeit rechnen muss. In zunehmender Unterwerfung der letzteren folgen der Mechanik: die Physik, die Chemie, die biologischen und die soziologischen Wissenschaften. Darum das leichtbegreifliche Bestreben des 19. Jahrhunderts, alle Naturerkenntnis auf die mechanische zurückzuführen, von der Uebertreibung dessen aber der Mechaniker *E. Mach* warnt. Das oben bezeichnete Verhältnis aber macht es wieder leicht verständlich, warum sich die moderne Erkenntniskritik mit Vorliebe eben der Mechanik zuwendet; ist es auch fraglich, dass die Lehrsätze der Mechanik ohne weiteres den anderen Wissenschaften auch die Grundsteine liefern, so scheint es sicher, dass das Bild des Aufbaues einer Wissenschaft, welches an der Mechanik erkenntniskritisch gewonnen wird, auch für jede andere Wissenschaft massgebend ist, welche die Naturerscheinungen wiederspiegeln muss. Die Kritik der Lehrsätze wird bekanntlich erleichtert durch das Lesen dessen, was die Klassiker der Wissenschaft selber hierüber geschrieben. Reden wir über Mechanik, so finden wir bei den Klassikern der Mechanik dergleichen Kritik fast ausschliesslich nur in Vorreden und Einleitungen. In erkenntnistheoretischer Hinsicht bieten somit die Vorhöfe der Werke das meiste Interesse. Dass sie nun alle in ein Buch vereinigt vor uns liegen, verdanken wir auf das Wärmste der Wiener philosophischen Gesellschaft, die sich offenbar die Ansichten des Philosophen *E. Mach* angeeignet hat. Der deutsche Leser findet die klassischen Aussagen in getreuer Uebersetzung. Dass aber auch die originellen Texte hinzugefügt sind, erhöht noch mehr den Wert dieses schönen Werkes. Möge es bald diejenigen Früchte tragen, auf die es zielt und sicherlich erzielen wird! *P. K. v. E.*

Die Rohstoffe des Pflanzenreiches. Versuch einer technischen Rohstofflehre des Pflanzenreiches von Dr. *Julius Wiesner*, Professor der Anatomie und Physiologie der Pflanzen an der Wiener Universität. Zweite, gänzlich umgearbeitete und erweiterte Auflage. 1. Lieferung. Leipzig, Wilhelm Engelmann, 1900. Preis M. 5.—

Von dem klassischen Werke *Wiesner*'s beginnt eine neue Auflage zu erscheinen. Wir behalten uns vor, auf dieses ausgezeichnete Werk, dessen neue Ausgabe auf ungefähr den doppelten Umfang der ersten Auflage, entsprechend den Fortschritten auf dem Gebiete der technischen Rohstofflehre, berechnet ist, zurückzukommen. Die vorliegende 1. Lieferung enthält ausser der Einleitung (Definition und Entwickelung der Rohstofflehre) die Kapitel Gummiarten (chemischer Teil bearbeitet von Prof. *Zeisel*) und Harze (chemischer Teil von Prof. *Bamberger*). *B.*

Wirkungsgrade und Kosten elektrischer und mechanischer Kraft-Transmissionen. Von Oberingenieur *Jos. Krämer*, Dozent für Elektrotechnik. Zweite umgearbeitete und erweiterte Auflage. VIII und 126 S. mit 82 Abbildungen. Leipzig 1900. Verlag von Oskar Leiner. Preis 4,50 M., geb. 5,50 M.

Das Verdienst des Verfassers besteht darin, dass er uns Grundlagen zu einem Vergleich der verschiedenen Energieverteilungssysteme, hauptsächlich nach der wirtschaftlichen Seite hin, liefert und auch selbst Kostenberechnungen durchführt, welche, wenn sich auch die Einheitssätze nach Ort und Zeit ändern, immerhin einen relativen Wert besitzen und behalten. Einige Mängel dürften wohl in einer dritten Auflage beseitigt werden: So scheint der Verfasser die hochmoderne Francis-Turbine noch nicht zu kennen, ebenso wenig eine ganze Reihe von zwar komplizierten, aber ganz vorzüglichen Regulatoren, sonst hätte er die Sätze S. 29 nicht geschrieben: „Ob es verlässliche Regulatoren für Turbinen gibt? Die Fabrikanten behaupten: ja — die Abnehmer behaupten: nein; für uns ist diese Frage demnach noch nicht spruchreif." Wenig vertrauenerweckend ist die Ableitung der elektromotorischen Gegenkraft S. 87, unklar Lage und Grösse eines Winkels, „welcher von Polmitte zur Ankerlochmitte gemessen wird" S. 89, und veraltet der Ausdruck „Multiplikationsspulen" S. 92.

Berechnung der Leitungen für Mehrphasenströme. Von Prof. *J. Rodet*, Ingenieur des arts et manufactures. Autorisierte deutsche Uebersetzung von *M. Lachmann*, Ingenieur für elektrische Bahnen. 55 S. mit 22 Abbildungen. Leipzig 1900. Verlag von Oskar Leiner.

Das vorliegende kleine Buch erscheint als ein Teil des Werkes „Distribution de l'Energie par courants polyphasés" von Prof. *Rodet* in Lyon. Es behandelt auf teils rechnerischem, teils graphischem Weg die verschiedenen Probleme der Mehrphasenleitungen, insbesondere die Ermittelung des Kupferquerschnitts, Spannungsabfalls und der Phasenverschiebung. Befremden muss es, dass der Uebersetzer durchweg die in diesem Zusammenhang längst verpönte Bezeichnung „Kraft" an Stelle von „elektrischer Leistung" oder „Energie" verwendet. Wer mit den Grundlagen der Wechselstromberechnung bereits vertraut ist, wird das kleine Werk mit Interesse studieren.

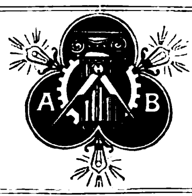
Arnold Bergsträsser Verlagsbuchhandlung (A. Kröner) Stuttgart.
Druck der Union Deutsche Verlagsgesellschaft ebendaselbst.



DINGLERS
POLYTECHNISCHES JOURNAL.

81. Jahrg., Bd. 315, Heft 43. Stuttgart, 27. Oktober 1900.

Jährlich 52 Hefte in Quart. **Abonnementspreis** vierteljährlich 6 M., direkt franko unter Kreuzband für Deutschland und Oesterreich 6 M. 65 Pf., für das Ausland 7 M. 30 Pf. Redaktionelle Sendungen und Mitteilungen bittet man zu richten: An die Redaktion von „Dinglers Polytechn. Journal" in Stuttgart, die Expedition betreffende Schreiben an Arnold Bergsträsser Verlagsbuchhandlung (A. Kröner) Stuttgart.



Preise für **Anzeigen:** 1spaltig: 1 mm Höhe bei 48 mm Breite 10 Pf., 2spaltig (96 mm Breite): 20 Pf., 3spaltig (144 mm Breite): 30 Pf., 4spaltig (192 mm Breite): 40 Pf. Bei 6, 13, 26, 52maliger Wiederholung 10, 20, 30, 40 Prozent Rabatt. — **Beilagen** bis 20 Gramm 30 Mark netto. — Alleinige Annahmestelle für Anzeigen und Beilagen bei der Annoncen-Expedition Rudolf Mosse, Berlin, Stuttgart und Filialen.

Die Dampfmaschinen der Pariser Weltausstellung.

Von **Fr. Freytag**, Chemnitz.

(Fortsetzung von S. 629 d. Bd.)

Eine der grössten Maschinen der Ausstellung ist die von *A. Borsig* in Tegel bei Berlin gelieferte, mit einer Drehstromdynamo von *Siemens und Halske, A.-G.*, in Charlottenburg für 2000 Kilo-Watt direkt gekuppelte, stehende Dreifach-Expansionsmaschine mit Kondensation von 2250 PS.

Die in Fig. 42 bis 44 dargestellte Maschine hat vier Cylinder, von denen die beiden Niederdruckcylinder mittels aufgesetzter gusseiserner Laternen, welche in ihren beiden Oeffnungen durch zwischengeschraubte schmiedeeiserne Säulen ausgesteift sind, den Hochdruck- bezw. den Mitteldruckcylinder tragen. Die Cylinder stützen sich einerseits mittels kräftiger gusseiserner Ständer, die auch zur Geradführung der Kreuzköpfe dienen, andererseits mittels zweier geschmiedeter Stahlsäulen, die an kräftige Augen der oberen Ständerenden angeschlossen sind, auf die zweiteilige, durch Flansche und Schrauben miteinander verbundene Grundplatte. Jede Hälfte der Grundplatte trägt zwei Lager für die ebenfalls aus zwei Teilen zusammengesetzte Kurbelwelle. Letztere hat zwei um 180° gegenseitig versetzte, ausgewichtete Kurbeln, auf welche die Kolbenstangen je zweier in Tandem übereinander liegender Cylinder wirken. Auf dem einen Ende der Kurbelwelle ist das Schwungrad befestigt, auf dessen Zahnkranz ein durch einen Elektromotor angetriebenes Schaltwerk wirkt; am anderen Ende sitzt eine Kurbelscheibe, welche zum Antrieb zweier aneinander geschraubter, einfach wirkender Luftpumpen dient. Dieselbe Welle bethätigt ferner mittels Spiralstahldrahtschnuren zwei kleine Kreiselpumpen, welche das in den Mulden der Grundplatte angesammelte Tropföl nach einem Reiniger schaffen, von dem aus es den Schmierstellen wieder zugeführt wird.

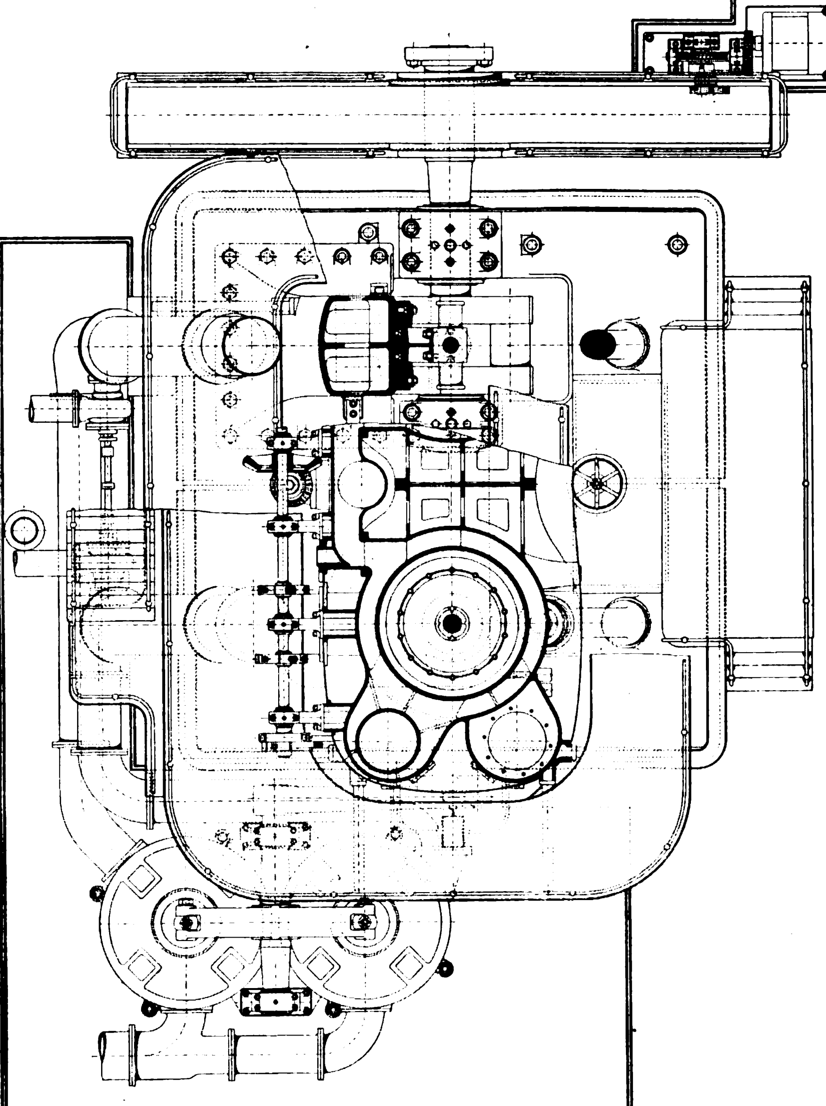


Fig. 42.
Dreifach-Expansionsmaschine von A. Borsig.

Allen Stopfbüchsen der Maschine wird das Oel unter Druck zugeführt. Zwei auf der Bühne des zweiten Stockwerkes aufgestellte Oelverteiler, denen das Oel mit natürlichem Gefälle aus einem darüber befindlichen Behälter zufliesst, in welchen es von unten durch eine Druckpumpe gefördert wird, versorgen die Stangen und Lager mit dem nötigen Schmiermaterial. Ein dritter, in Nähe der vorgenannten aufgestellter Verteiler schmiert die Kolben und Cylinder. Die Lager und Zapfen schliesslich der Kondensationsanlage werden von einem vor der Kurbelwelle auf einer gusseisernen Säule stehenden Oelverteiler geschmiert.

Insgesamt bildet die Maschine ein monumentales Bauwerk, welches sich 12,5 m über Flur erhebt. Die in vier Stockwerken liegenden, durch Treppen leicht erreichbaren Bühnen ermöglichen die bequeme Zugänglichkeit sämtlicher Teile.

An der Vorderseite der Maschine ist an und auf der

Grundplatte eine erhöhte Bühne aufgebaut, von der aus sämtliche nahe aneinander liegenden Ventilantriebe und Hahnzüge gehandhabt werden. Inmitten dieser Bühne liegt das Handrad für Dampfeinlass, der Hebel für die Einspritzhähne und ein Schild zur Befestigung der Messgeräte — Manometer, Vakuummeter — sowie einer Uhr. Dieses Schild dient gleichzeitig als Firmenschild. An der linken Tragsäule der Maschine ist ferner mittels einer Konsole ein Tachometer nebst einem Umdrehungszähler angebracht.

Das Gesamtgewicht der Maschine beträgt 350 t, wovon 60 t auf die Grundplatte und 41 t auf das Schwungrad kommen. Die Cylinder haben eingesetzte Laufbüchsen und Dampfmäntel, welche je durch den Arbeitsdampf des betreffenden Cylinders geheizt werden. Die Kolben sind aus Stahlguss hergestellt. Zur Liederung dienen bei dem Hochdruckkolben gusseiserne Ramsbottom-Ringe, bei den drei anderen Kolben Buckley-Ringe neuester Konstruktion.

Die Abmessungen der Cylinder sind folgende:

Durchmesser des Hochdruckcylinders	760 mm
Durchmesser des Mitteldruckcylinders	1480 „
Durchmesser der beiden Niederdruckcylinder je	1340 „
Gemeinsamer Kolbenhub	1200 „

Es ist hervorzuheben, dass die oberen Deckel und die Dampfkolben der Niederdruckcylinder zufolge der grossen Oeffnungen in den Laternen, nachdem die schmiedeeisernen Säulen entfernt worden sind, leicht ausgehoben werden können. Die Kolbenstangen werden, nachdem die Kreuzköpfe losgekuppelt sind, durch in der Grundplatte angeordnete und für gewöhnlich mit einem Deckel verschlossen gehaltene Oeffnungen in vorgesehene Fundamentlöcher hinabgelassen und können dann seitlich an den Ständerköpfen vorbei nach oben aus der Maschine herausgezogen werden.

Zur Steuerung sämtlicher Cylinder dienen entlastete Doppelsitzventile, die, wie in Fig. 45 ersichtlich, zu je zwei — ein oberes Einlassventil *B* und ein unteres Auslassventil *C* — in einem gemeinschaftlichen, am Hochdruck- und Mitteldruckcylinder hinten, an den Niederdruckcylindern seitlich angeordneten Gehäuse *D* untergebracht sind, dessen mittlere Kammer mit dem betreffenden Cylinder in Verbindung steht.

Die Ventile sind, gleich wie bei der von *L. Láng* in Budapest ausgestellten Ventildampfmaschine mit einem Oelkatarakt, Patent *Collmann* (D. R. P. Nr. 84548) versehen. Zur Bethätigung derselben dienen die Steuerexzenter einer hinter den Niederdruckcylindern in sechs Konsollagern ruhenden Welle, die von der Kurbelwelle aus durch Kegelräder mittels einer zwischen den Ständern schräg nach oben führenden Zwischenwelle, auf der auch der federbelastete Federregulator angeordnet ist, angetrieben wird.

Fig. 43.
Dreifach-Expansionsmaschine von A. Borsig.

Letzterer regelt die Einströmung des in den Hochdruckcylinder tretenden Dampfes mittels von ihm abhängiger Daumen, welche die Auslösung der Einlassventile



dieses Cylinders bewirken (vgl. 1896 **301** * 8), während die anderen Ventile durch feste, aber von Hand verstellbare während die Ventile der Niederdruckcylinder jedes für sich durch ein Exzenter gesteuert werden. Die Tourenzahl der

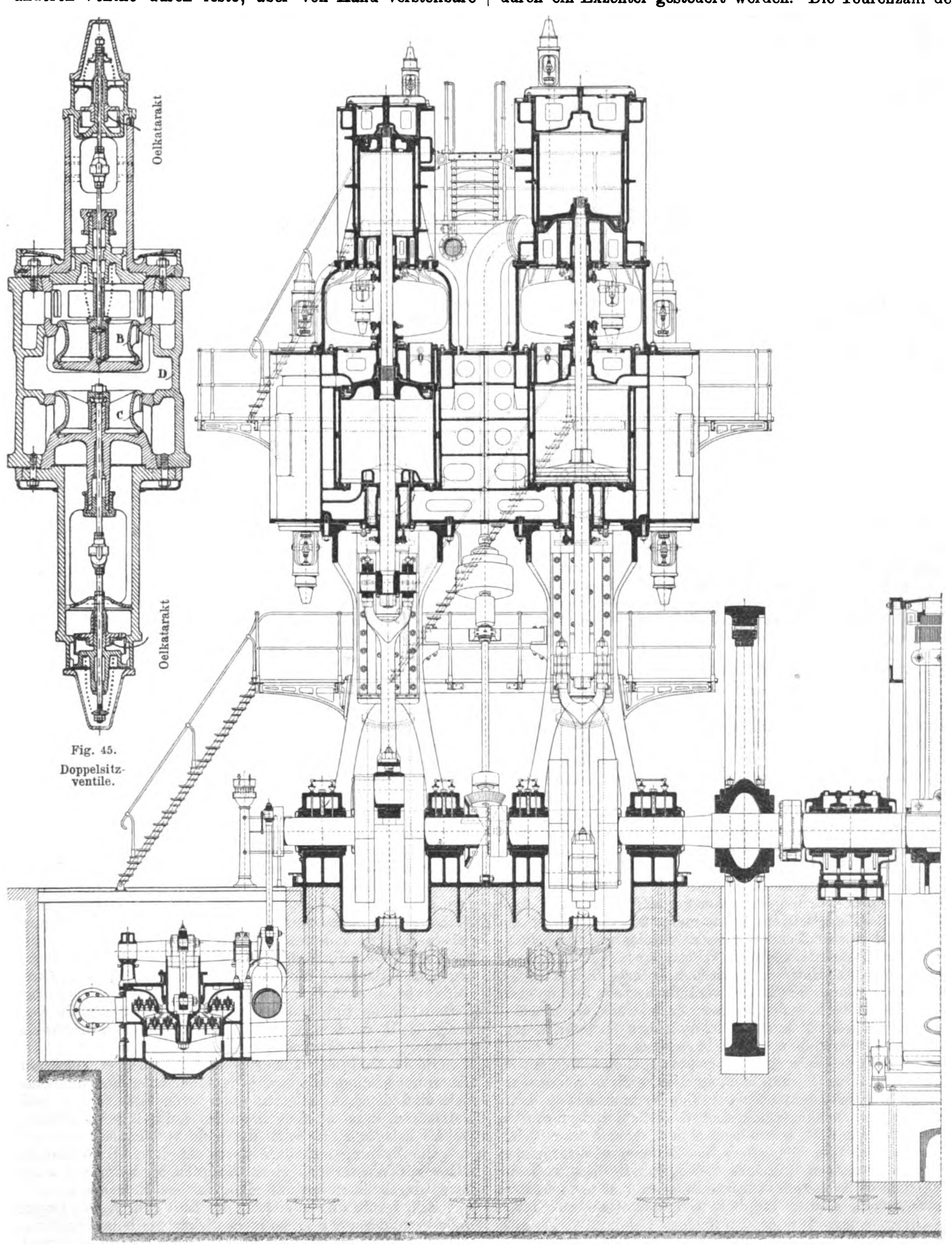


Fig. 45. Doppelsitzventile.

Fig. 44. Dreifach-Expansionsmaschine von A. Borsig.

Anschläge ausgelöst werden. Bei der Hoch- und Mitteldrucksteuerung werden ein Einlass- und das dazu gehörige Auslassventil zusammen von einem Exzenter bethätigt, Maschine lässt sich durch eine in das Oelkataraktgehäuse des Regulators eingebaute Zusatzfeder mittels eines Handrades während des Ganges der Maschine verändern.

Das Ingangsetzen der Maschine geschieht mittels eines in Höhe der oberen Cylinder und zwischen denselben angeordneten besonderen Ventils, welches durch eine mit Handrad versehene vertikale Stange bethätigt wird. Bei geöffnetem Ventil strömt Frischdampf nacheinander in den Hochdruck- und Mitteldruckcylinder, und nach vollbrachter Arbeit durch ein vertikales Rohr in einen zwischen dem Niederdruckcylinder liegenden Behälter. Die Ausströmung in den Kondensator erfolgt durch die hohlen Maschinenständer. Im normalen Gange entwickelt die Maschine mit 14 kg/qcm Admissionsspannung bei 90 minutlichen Umdrehungen und einer Gesamtexpansion des Dampfes gleich dem 20fachen seines ursprünglichen Volumens 2500 bis 3000 PS. In der Ausstellung läuft die Maschine mit nur 83,5 minutlichen Umdrehungen bei 9,5 kg/qcm Admissionsspannung. (Fortsetzung folgt.)

Die Prüfung der Schmiermittel.

Von Dr. **Sigmund Kapff**, Aachen.

Der Prüfung der Schmiermittel wird in den meisten Fabrikbetrieben nicht diejenige Aufmerksamkeit zugewandt, welche sie in Wirklichkeit verdient. Man ist in der Regel zufrieden, wenn keine Warmläufe vorkommen, die Lager nicht angegriffen werden, der Verbrauch von Oel nicht allzu gross und der Preis möglichst gering ist.

Ein Wechsel im Oel wird nur ungern vorgenommen und meist nur dann, wenn ein anderes, äusserlich ähnliches Oel zu einem niedrigeren Preis angeboten wird. Bei etwa angestellten Kostenberechnungen der Schmierung werden in den allermeisten Fällen nur die zwei Grössen: Preis und Verbrauch, in Betracht gezogen. Diese beiden Grössen springen allerdings am deutlichsten in die Augen, allein sie sind nicht die einzigen, welche bei einwandsfreien Berechnungen herangezogen werden müssen, ja sie sind nicht einmal die wichtigsten. Der hauptsächlichste Zweck und die erste Bedingung eines Schmiermittels ist dessen Schmierfähigkeit, d. h. dessen *reibungsvermindernde Kraft*. Die mehr oder minder vollkommene Erfüllung dieses Zweckes äussert sich aber an einem Ort, der mit den Schmiermitteln merkwürdigerweise höchst selten in Verbindung gebracht wird, nämlich an dem Verbrauch an Kohlen bezw. Betriebskraft. Die Ersparnisse, welche hierin durch Anwendung passender Oele gemacht werden können, sind erfahrungsgemäss ganz bedeutende, denen gegenüber die durch billigere Oele erzielten Ersparnisse völlig in den Hintergrund treten. Dies ist leicht verständlich, wenn man bedenkt, dass zwischen den einzelnen in Frage kommenden Schmiermitteln Unterschiede von 40 % in Beziehung auf Reibungswiderstand vorhanden sind. Bei der Menge der in den Fabriken befindlichen Lagern äussern sich aber auch schon weit geringere Unterschiede in sehr bemerkenswerter Weise im Kraftverbrauch. So berichtet *J. Grossmann* in seinem Buche über die Schmiermittel von einer Baumwollspinnerei mit einer konstanten Wasserkraft, dass letztere für den Betrieb nicht mehr ausreichte und ein Arbeitssaal ausser Betrieb gesetzt werden musste, nachdem statt Oel ein konsistentes Fett zur Schmierung verwendet wurde. Hätte nun diese Spinnerei Dampfbetrieb gehabt, so wären durch die veränderte Schmierung eben mehr Kohlen verbraucht worden, doch wäre wahrscheinlich der Grund des Mehrverbrauchs nicht in der Schmierung, sondern irgendwo anders gesucht worden.

In gleicher Weise gibt es heutzutage eine Menge von Betrieben, deren Kosten um eine ansehnliche Summe erniedrigt werden könnten, wenn den Schmiermitteln mehr Beachtung geschenkt würde; allein die Schmiermittel werden im allgemeinen als ganz nebensächlich behandelt und vielfach die Wahl derselben dem das Schmieren besorgenden Arbeiter überlassen. Welche Beweggründe diesen oft zur Wahl eines bestimmten Oeles veranlassen, möge unerörtert bleiben, doch sind es oft diese Gründe, wenn ein durch die Untersuchung für gut befundenes Oel im Betrieb sich nicht bewährt und man dann daraus den Schluss zieht, dass Oeluntersuchungen keinen Anhalt für ihre Brauchbarkeit geben. Aber abgesehen von solchen unehrlichen, leider immer noch allzu häufigen Beurteilungen kommt es dennoch vor, dass Schmiermittel sich im Betriebe nicht bewähren, trotzdem sie bei der Untersuchung für gut befunden wurden. Solche Widersprüche sind dann in einer unrichtigen Untersuchungsart begründet; denn die Untersuchung der Schmiermittel ist ziemlich umständlich und muss, soll sie wirklichen Wert haben, ebenso verschiedenartig ausgeführt werden, als es die Umstände sind, unter welchen die Schmiermittel verwendet werden.

Diesem unbedingten Erfordernis wird aber nur in den allerseltensten Fällen Rechnung getragen, teils aus Unkenntnis der Sache, teils aus Mangel an den hierfür notwendigen Vorrichtungen und Maschinen.

Es soll in kurzem angeführt werden, auf was alles eine regelrechte Schmieröluntersuchung sich zu erstrecken hat; eine vollständige, ins Einzelne gehende Angabe des Prüfungsganges würde zu weit führen, es möge hierfür auf die Sonderwerke wie: *Benedikt, Untersuchung der Oele; Grossmann, Untersuchung der Schmiermittel* u. s. w. hingewiesen werden.

Zunächst soll das Oel weder ungelöste Beimengungen, noch feste Körper gelöst enthalten, da solche die Reibung ganz bedeutend erhöhen und die Lager angreifen. Wie sehr durch ungelöste Beimengungen, Staub u. s. w., die Reibungsarbeit erhöht wird, zeigt folgendes Beispiel[1]): Ein den Achsbüchsen entnommenes Rüböl zeigte einen Reibungskoeffizienten von 0,0534, dasselbe Oel filtriert einen solchen von nur noch 0,0137.

Das verunreinigte Oel verursachte demnach eine 4mal grössere Reibung, als das gereinigte. Es ergibt sich daraus, wie wichtig es ist, Oelbehälter und Lager vor Staub, überhaupt vor dem Zutritt von Unreinlichkeiten zu schützen und schon einmal gebrauchtes (abgetropftes) Oel vor dem Wiederverwenden zu filtrieren, ein Umstand, welcher im Fabrikbetrieb vielfach vernachlässigt wird.

Ungelöste Beimengungen findet man leicht durch Filtrieren des heissen Oeles und Auswaschen des Filters mit Petroleumbenzin.

Weiterhin dürfen die Oele nicht sauer sein, noch Neigung zum Sauerwerden besitzen, da durch einen Säuregehalt die geschmierten Flächen angefressen werden. In den Oelen können sowohl mineralische (Schwefelsäure), wie organische Säuren (freie Fettsäuren) enthalten sein, und beide wirken schädlich. In den pflanzlichen und tierischen Fetten können sich ausserdem auch während der Verwendung, z. B. durch die Wirkung des heissen Dampfes im Cylinder, oder während des Lagerns Säuren bilden. Die Mineralöle sind meistens vollständig säurefrei oder enthalten nur belanglose Spuren; die pflanzlichen und tierischen Oele sind dagegen meistens sauer, vor allem durch freie Fettsäuren, dann aber auch teilweise durch Schwefelsäure, welche bei der Raffination der Oele verwendet wird.

Die Prüfung auf Säure geschieht durch Schütteln des Oeles mit Wasser und einem Tropfen Methylorangelösung bezw. durch Titrieren mit alkoholischer Natronlauge.

Schmieröle dürfen sich an der Luft und in den Lagern nicht verändern, vor allem nicht dicker werden, eintrocknen oder harzen. Bei Mineralölen ist man diesem Uebelstande wiederum weniger ausgesetzt, als bei Pflanzenölen. Die Prüfung auf Harz kann auf verschiedene Weise geschehen, meist durch Schütteln einer Benzinlösung des Oeles mit einer bestimmten Menge von konzentrierter Schwefelsäure,

[1]) *J. Grossmann, Die Schmiermittel*, 1894 S. 175.



wobei die Raummenge der Schwefelsäure nicht zunehmen und die Farbe derselben sich nicht in Gelb oder Braun verändern darf.

Auch lässt sich ein Dickwerden oder Verharzen derart feststellen, dass man je einige Tropfen der Oele zwischen zwei Glasplatten im Trockenschrank 3 bis 4 Tage bei 100° bis 110° erhält, oder auch die Oele in dünner Schicht auf Glas- oder Metallplatten streicht und an der Luft liegen lässt.

Ferner sollen die Schmieröle ihr Volumen durch Verdunstung nicht verändern und bei höherer Temperatur keine leicht entzündlichen Gase entwickeln, d. h. sie müssen einen, der Verwendungsart entsprechend hohen Entflammungspunkt haben. Werden die Schmieröle erhitzt, wie dies bei heisslaufenden Lagern der Fall ist, so entwickeln sich bei einer bestimmten, je nach Art des Oeles mehr oder weniger hohen Temperatur entzündliche Gase, welche im Betrieb ein brennendes Lager verursachen. Pflanzliche Oele haben einen beträchtlich höheren Flammpunkt, als mineralische. Aus diesem Grunde halten viele Fabriken z. B. Rüböl in Bereitschaft, um dasselbe auf heissgelaufene oder brennende Lager zu schütten, wodurch dieselben meist betriebsfähig erhalten werden können. Zum Schmieren selbst werden ja nur in den seltensten Fällen noch pflanzliche Oele angewendet, weil dieselben mehr Kraft verbrauchen und ausserdem viel teurer sind, als Mineralöle. Letztere haben übrigens zu allermeist einen Flammpunkt, welcher bei regelmässigem Betrieb völlig ausreicht. Da jedoch mit Unregelmässigkeiten gerechnet werden muss, so empfiehlt sich die Bestimmung des Entflammungspunktes immerhin. Die Anforderung bezüglich der Höhe des Entflammungspunktes richtet sich naturgemäss nach der Verwendung. So genügt z. B. bei Spindelölen ein Entflammungspunkt von über 140°, während er bei Cylinderölen über 200 bis 250°, je nach dem Dampfdruck, liegen muss. Die Bestimmung des Entflammungspunktes wird in einfacher Weise derart ausgeführt, dass das betreffende Oel in einem Porzellantiegel innerhalb eines Sandbades so lange langsam erhitzt wird, bis ein von Zeit zu Zeit über das Oel gehaltenes kleines Flämmchen eine leichte Explosion hervorruft. Der Temperaturgrad, bei welchem dies eintrifft, wird als Entflammungspunkt bezeichnet. Genauer wird derselbe in den Apparaten von *Martens*, *Pensky* u. a. ermittelt.

Am häufigsten werden die Schmieröle auf ihre Zähflüssigkeit (Viskosität) untersucht und zwar meistens mittels des *Engler*'schen Viskosimeters. Der Flüssigkeitszustand der Mineralöle bewegt sich von einer Dünnflüssigkeit, wie sie das Petroleum zeigt, bis zur Syrupdicke und Konsistenz. Welcher Flüssigkeitsgrad der richtige ist, dies hängt lediglich von der Verwendungsart des Schmiermittels ab, denn es ist einleuchtend, dass für Maschinenteile, welche unter geringem Druck laufen (wie z. B. die Spindeln der Spinnereien und Zwirnereien), ein dünnflüssiges Oel vorteilhaft ist, während dasselbe Oel von einer schweren Transmissionswelle z. B. weggedrückt würde. Ebenso verlangen hohe und niedere Umlaufszahlen verschiedene Flüssigkeitsgrade u. s. w.

Ein dickflüssiges Oel verbraucht zur Ueberwindung seiner inneren Reibung mehr Kraft (die der Betriebskraft verloren geht), als ein dünnflüssiges Oel. Es wird also letzteres einem dickflüssigeren Oel vorgezogen werden müssen, sofern die Umstände dies zulassen, und auf einer, dem wirklichen Betrieb entsprechenden Oelprobiermaschine ermittelt worden ist, dass die reibungsvermindernde Kraft des dünnflüssigeren Oeles unter den gegebenen Verhältnissen wirklich grösser ist, als diejenige des dickflüssigeren Oeles. Bei geringem Lagerdruck, gewöhnlicher Temperatur, kleiner Umlaufzahl, wird die Reibung allerdings in dem Masse abnehmen, als das angewandte Oel dünnflüssiger wird; bei allen anderen Fällen, welche für die Verwendung der Oele die überwiegende Mehrzahl bilden, vor allem bei grossem Lagerdruck oder hoher Umlaufszahl, ist diese Uebereinstimmung von Flüssigkeitsgrad und Reibung nicht mehr vorhanden. *Es ist deshalb falsch, von dem Flüssigkeitsgrad der Oele einen unmittelbaren Schluss auf deren reibungsvermindernde Kraft zu ziehen*, wie dies von der Mehrheit sowohl der Oelverbraucher, als der Oelverkäufer gethan und in den Anpreisungen mit Worten und mit Schaulinien ausgeführt wird. Ich werde dies später sowohl durch Belege aus dem wirklichen Betrieb, als durch Ermittelungen auf meiner Oelprüfungsmaschine beweisen.

Entspricht ein Schmiermittel den allgemeinen Anforderungen bezüglich Reinheit, Säurefreiheit, Entflammungspunkt u. s. w., so kommen vor allem zwei Eigenschaften desselben in Betracht: seine innere Reibung (Kohäsion) und seine Anhaftungsfähigkeit an die Lagerflächen (Adhäsion). Letztere Eigenschaft ist unter allen Umständen notwendig, um eine Oelschichte zwischen den reibenden Flächen herzustellen, welche die unmittelbare Berührung der Lagerflächen und des sich darauf bewegenden Maschinenteiles verhindert, was man eben unter Schmierung versteht. Ist diese Anhaftungsfähigkeit gering, so wird bei grossem Druck oder hoher Umlaufszahl das Oel weggedrückt bezw. weggeschleudert, die Schmierung hört auf und ein Warmlaufen und damit ein bedeutend erhöhter Kraftverbrauch tritt ein. Je grösser also der Lagerdruck und je höher die Umlaufszahl ist, desto grösser muss auch das Anhaftungsvermögen des Schmiermittels sein; ausserdem wird auch der Verbrauch an Schmiermittel ein um so geringerer sein, je höher das Anhaftungsvermögen desselben ist.

Das in das Lager gebrachte Oel wird durch die Umdrehung des Maschinenteiles zu einer dünnen Schichte verteilt, das Oel wird auseinander gerissen. Je stärker nun die Oelteilchen in sich zusammenhaften, d. h. je grösser ihre innere Reibung (Kohäsion) ist, desto grösser muss auch die Kraftaufwendung sein, welche zu diesem beständigen Auseinanderreissen oder Zerteilen des Oeles notwendig ist. Dieser Kraftaufwand geht für den Betrieb verloren. *Damit ein Schmiermittel also den Anforderungen an gute Schmierung, d. h. Verminderung der Reibung, und an geringen Verbrauch entspreche, muss es eine möglichst geringe innere Reibung und zugleich ein gutes Anhaftungsvermögen haben.* Das Verhältnis dieser beiden Eigenschaften zeigt aber bei den vorhandenen Schmiermitteln die grössten Unterschiede und diese bedingen eben die verschiedenen guten oder schlechten Sorten von Oelen, wobei allerdings zu bemerken ist, dass ein und dasselbe Oel für den einen Zweck gut, für einen anderen schlecht sein kann, weil es bis jetzt noch kein Schmiermittel gibt, welches bei geringster innerer Reibung zugleich ein allen Ansprüchen genügendes Anhaftungsvermögen besitzt. Wo für hohen Druck eine grosse Anhaftungsfähigkeit verlangt wird, muss auch eine höhere innere Reibung mit in Kauf genommen werden; Oele mit sehr geringer innerer Reibung haben auch ein entsprechend geringeres Anhaftungsvermögen, als Oele mit grösserer innerer Reibung.

Wir sehen also, dass wir zur Beurteilung eines Oeles sowohl die innere Reibung, als das Anhaftungsvermögen kennen sollten. Welche Mittel stehen uns nun hierfür zur Verfügung? Der weitverbreiteten, aber irrigen Ansicht nach das Viskosimeter oder der Zähigkeitsmesser. Die üblichen derartigen Apparate geben aber aus Gründen, deren Ausführung hier zu weit führen würde[2]), weder die innere Reibung, noch die Anhaftungsfähigkeit je für sich an, sondern nur die sogen. Zähflüssigkeit, die sich aus den beiden ersteren Eigenschaften zusammensetzt. Es können deshalb zwei Oele mit gleichem Flüssigkeitsgrad als Schmiermittel sich sehr ungleichartig verhalten. Die Ermittelung des Flüssigkeitsgrades allein gibt also, wie schon erwähnt, keinen Anhalt für die Brauchbarkeit eines Schmiermittels, vielmehr müssen wir diese mittels Apparaten feststellen, in welchen die Oele unter gleichen oder ähnlichen Verhältnissen wirken können, wie bei ihrer Verwendung im Grossbetrieb, und welche eine genaue, rasche und bequeme Ablesung des Kraftverbrauches, d. h. der Schmierfähigkeit gestatten. Als äusserst wichtiges Erfordernis müssen ferner die Oele bei denjenigen Temperaturen geprüft werden können, bei welchen die Oele zu arbeiten haben, also Cylinderöle z. B. bei 160°, Transmissionsöle bei 40°, denn gerade die Temperatur übt den grössten Einfluss auf die Schmierfähigkeit der Oele aus. Oele, welche sich bei gewöhnlicher Temperatur gleich erhalten, können bei höherer

---

[2]) Näheres hierüber findet sich bei *Petroff*, *Neue Theorie der Reibung*, und *J. Grossmann*, *Die Schmiermittel*, 1894.



Temperatur die grössten Unterschiede zeigen. Es macht sich dies namentlich bei Cylinderölen geltend, wie ich dies später praktisch beweisen werde.

Für diese mechanische Prüfung der Schmiermittel ist schon eine Reihe von Apparaten gebaut worden. Dieselben einzeln zu beschreiben und zu beurteilen, würde den Rahmen dieser Abhandlung überschreiten, ich verweise hierfür auf *J. Grossmann, Die Schmiermittel,* 1885 und 1894; auch in dem Lexikon der Verfälschungen von *Dammer* ist eine

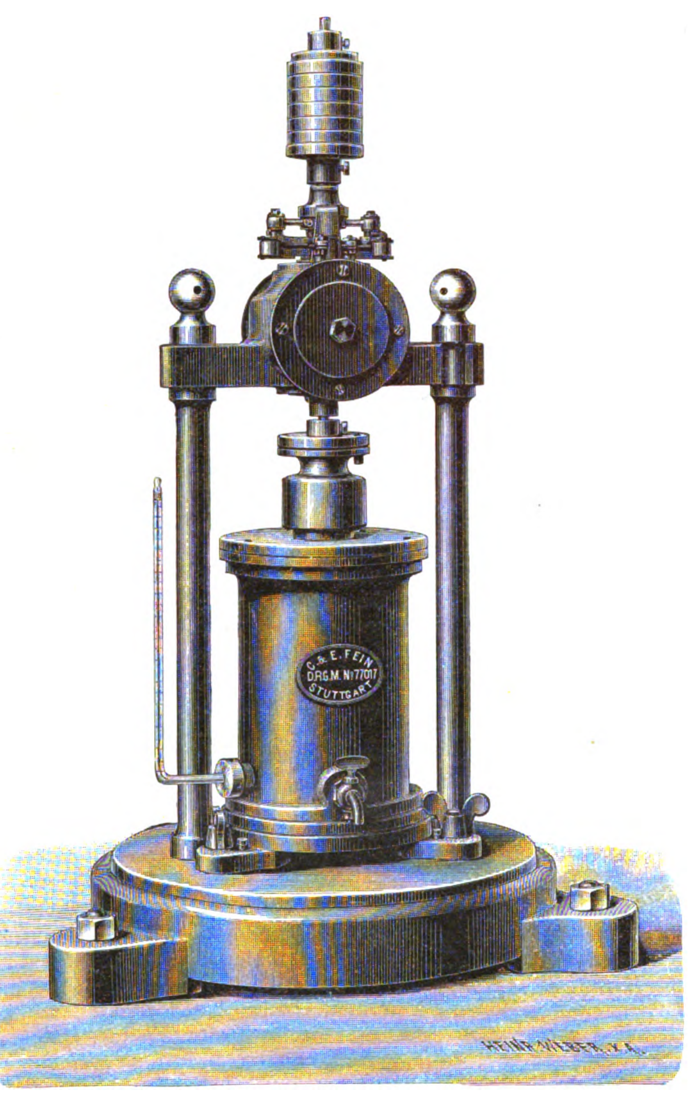


Fig. 1.

übersichtliche Darstellung der seitherigen Oelprüfungsapparate zu finden. Keiner der bestehenden Apparate entspricht jedoch den genannten Anforderungen, vor allem kann bei keinem der je nach der Oelsorte verschiedene Kraftverbrauch direkt abgelesen und auch nicht hinlänglich genau und zuverlässig berechnet werden. Für die praktische Schmierölprüfung konnten sich deshalb diese Apparate meines Wissens auch nicht in der Industrie einführen.

Dieser Umstand veranlasste mich, gemeinschaftlich mit der Firma *C. und E. Fein,* elektrotechnische Fabrik, Stuttgart, einen neuen Apparat zu konstruieren, bei welchem die genaueste uns zur Verfügung stehende Kraftmessung, nämlich die elektrische, zur Anwendung gebracht ist. Die in dem zu prüfenden Oel laufende Spindel ist direkt mit einem Elektromotor verbunden, dessen von dem Reibungswiderstand der einzelnen Oele abhängiger Kraftverbrauch ohne weiteres an dem Ampèremeter abgelesen werden kann. Braucht z. B. der Apparat bei einem Oel 0,50 Ampère, bei einem anderen 0,55 Ampère, so erspart das erstere Oel also 10 % Kraft. Ein Betrieb, eine Transmission u. s. w., welche mit dem ersten Oel geschmiert 50 PS verbraucht, wird bei Verwendung des zweiten Oeles 55 PS nötig haben, und dies ist, was die Praxis zu wissen verlangt.

Die vom Ampèremeter angezeigte Zahl gibt den Gesamtkraftverbrauch an, mag nun die Kraft durch zu geringe Adhäsion des Oeles sich in Wärme umsetzen, oder zur Ueberwindung der inneren Reibung des Oeles verzehrt werden. Ob mehr der erstere, oder mehr der zweite Fall vorliegt, kann ausserdem an dem dicht unter dem Lager mündenden Thermometer abgelesen werden. Für die Praxis ist jedoch lediglich der Gesamtkraftverbrauch wesentlich, da die nötige Adhäsionsfähigkeit doch nur von dem zu

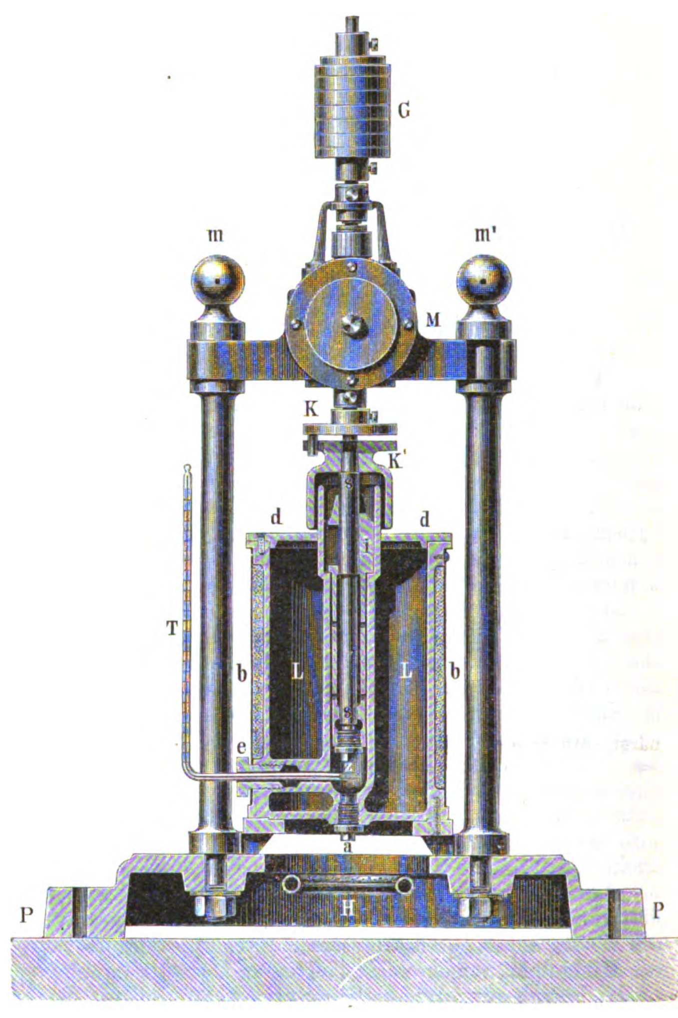


Fig. 2.

schmierenden Lager abhängig ist, und also auch nur im Betrieb ausprobiert werden kann und muss, wie dies später näher beschrieben werden wird.

Der Apparat ist so eingerichtet, dass die Untersuchungen bei beliebiger Temperatur, Umlaufszahl und Druck ausgeführt werden können. Durch ein eventuell auf die Achse aufgesetztes Gyrometer (*R. Gradenwitz,* Berlin) kann die Umlaufszahl jederzeit abgelesen werden. Der die Spindelhülse umgebende Mantel verhindert einerseits die Wärmeausstrahlung, und kann andererseits zur Erwärmung und Abkühlung benutzt werden. Der Elektromotor ist durch einen Mitnehmer mit der Spindel verbunden, Zahnräder-, Schnur- oder Riemenbetrieb ist nicht vorhanden, die Krafmessungen werden also durch keinerlei Nebenfaktoren beeinflusst, ein und dasselbe Oel gibt immer wieder dieselbe Zahl.

Die Handhabung ist äusserst einfach, der Wechsel eines Oeles in wenigen Minuten bewerkstelligt. Betrieben kann der Apparat durch jede elektrische Kraft- oder Lichtleitung von 110 Volt werden. Die Betriebskraft ist ungefähr dieselbe, wie die einer mittleren Glühlampe.

Fig. 1 und 2 mögen die Beschreibung unterstützen:

In dem Gehäuse M befindet sich der Elektromotor, dessen Achse durch den Mitnehmer K mit der Spindel s verbunden ist. Diese läuft in dem mit Löchern und Nuten (für den Oelumlauf) versehenen Lager i auf dem auswechselbaren Zapfen Z; unter letzterem mündet durch eine

Stopfbüchse *e* das Thermometer *T*. Der Oelraum ist sowohl von oben, als von unten durch die Schraube *a* leicht zugänglich. Der mit einer Wärmeschutzmasse *b* umgebene Mantel *L* schützt das Lager vor Ausstrahlung und kann andererseits im Verein mit dem Heizkörper *H* zur Erwärmung des Lagers dienen. Die Belastungsgewichte *G* und das Gyrometer werden unmittelbar auf die Achse aufgesetzt und durch Stellschrauben gehalten. Mittels der Schrauben *m* und *m'* lässt sich der Motor für sich allein abnehmen.

In folgendem soll nun die Anwendung und Wirkungsweise des Apparates an Beispielen erläutert werden.

Betrachten wir zunächst die Resultate mittels der zuletzt von Prof. *Martens* konstruierten Oelprobiermaschine [3]), so ergibt sich, dass ohne Ausnahme der Reibungskoeffizient mit der Zunahme der Dickflüssigkeit steigt. Petroleum, als das dünnflüssigste Oel, hat auch den niedrigsten Reibungskoeffizienten. Dieses Verhältnis bleibt bei der *Martens*schen Maschine bestehen, mag der Druck pro Quadratcentimeter 10, 25 und 40 kg und die Geschwindigkeit 0,5, 1 oder 2 m/Sek. betragen.

Danach würde also die Bestimmung der Viskosität genügen, um zugleich zu wissen, welches von verschiedenen Oelen die geringste Kraft beansprucht und die Messung der letzteren mit besonderen Maschinen überflüssig sein.

Wie schon früher erwähnt, wird auch bei Anpreisungen von Oelen diese scheinbare Uebereinstimmung der Viskosität mit der Schmierfähigkeit häufig benutzt, um die Ueberlegenheit eines Oeles über ein anderes zu beweisen. Für die praktische Nutzanwendung der Oele, und um diese allein handelt es sich hier, ist jedoch weder die Viskosität, noch der mittels der *Martens*'schen Maschine bestimmte Reibungskoeffizient massgebend, weil bekannter- und erwiesenermassen Oele von gleicher Viskosität und somit, nach der *Martens*'schen Maschine, gleichem Reibungskoeffizienten sich im Gebrauch ganz verschieden verhalten. Es ist dies sofort einleuchtend, wenn man bedenkt, dass Oele gleicher Viskosität durch die verschiedensten Mischungen und Herstellungsarten erhalten werden können. So lässt sich z. B. durch Mischung von Petroleum mit einem ordinären Maschinenöl ein in Aussehen und Viskosität dem besten amerikanischen Spindelöl gleiches Oel herstellen, im Gebrauch wird aber das amerikanische Spindelöl doch weit überlegen sein. Noch deutlicher treten diese praktischen Unterschiede bei Cylinderölen auf, wie ich dies sogleich nachweisen werde. Es geht deutlich daraus hervor, dass nicht die physikalische Eigenschaft der Viskosität einen Massstab für die praktische Verwendung abgeben kann, sondern dass es wesentlich die chemische Zusammensetzung der verschiedenen Oele ist, welche die mehr oder weniger gute Schmierfähigkeit bedingt. Durch chemische Untersuchung, etwa durch fraktionierte Destillation und Prüfung der einzelnen Fraktionen, konnte jedoch bisher ein sicherer Schluss auf die praktischen Eigenschaften der Oele nicht gezogen werden. Mit der Ausführung dahin gehender Versuche bin ich zur Zeit beschäftigt; so lange dieser Weg nicht zum Ziele führt, ist man auf die erwähnten, der Wirklichkeit möglichst nahe kommenden mechanischen Prüfungen angewiesen.

Aus folgender Zusammenstellung sind die Prüfungsergebnisse verschiedener Oele bei 25° mittels des erwähnten Apparates ersichtlich:

Oel	Viskosität (Wasser = 52,4")	Reibungswiderstand in Ampère bei 110 Volt
Rüböl	500"	0,51
Spindelöl I	238"	0,41
Mischung von Spindelöl I und Petroleum 95:5	189"	0,37
Spindelöl II	183"	0,34
Spindelöl III	170"	0,30
Mischung von Spindelöl I und Petroleum 90:10	170"	0,36
Mischung von Spindelöl I und Petroleum 88:12	143"	0,35
Mischung von Spindelöl I und Petroleum 50:50	78"	0,38
Petroleum	57"	0,44

[3]) *Grossmann*, Tafel XIV.

Hieraus ergibt sich zunächst der bedeutend geringere Kraftverbrauch der Mineralöle gegenüber dem immer noch viel benützten Rüböl; ferner entgegengesetzt den Resultaten mittels des *Martens*'schen Apparates die Nichtübereinstimmung der Viskosität und des Reibungswiderstandes, indem das dünnflüssige Petroleum und die Mischungen desselben mit Spindelölen einen höheren Kraftverbrauch zeigten, als die dickflüssigeren Oele II, III bezw. I. Praktisch ist dies auch bekannt und durch dynamometrische

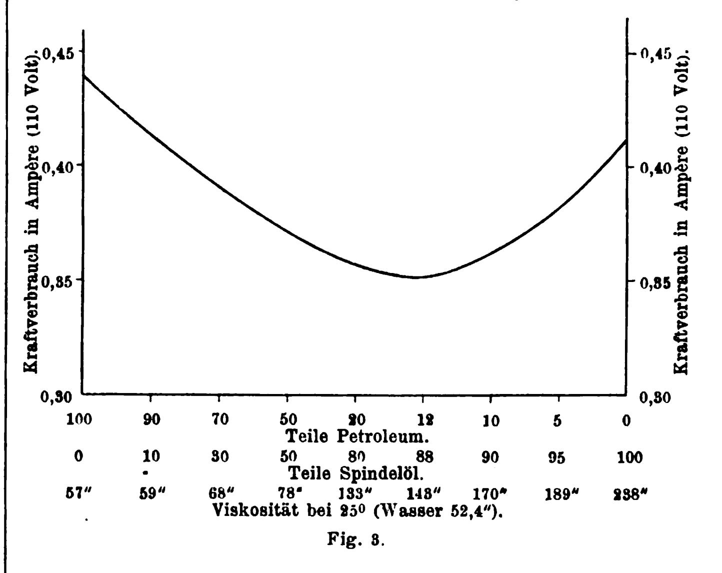


Fig. 3.

Vergleiche an Spindelbänken erwiesen. Die innere Reibung und die hierfür aufzuwendende Kraft ist zwar bei Petroleum und dessen Mischungen geringer, als bei den sonstigen Mineralölen, allein gleichzeitig ist die Adhäsion für die praktischen Anforderungen zu gering, das Oel wird von den Lagerflächen weggedrückt oder weggeschleudert, die letzteren berühren sich direkt und die Reibung und der Kraftverbrauch steigen. Es wäre also, von der Feuersgefahr ganz abgesehen, unpraktisch, Petroleum als Spindelöl, oder gar als Transmissionsöl zu benutzen.

Die folgende Linie zeigt ebenfalls, dass durch Verdickung oder Erhöhung der Viskosität von Petroleum durch Beimischung eines dickflüssigeren Oeles bis zu einer gewissen Grenze der Reibungswiderstand erniedrigt wird, eben weil die zuerst ungenügende Adhäsion durch diese Bei-

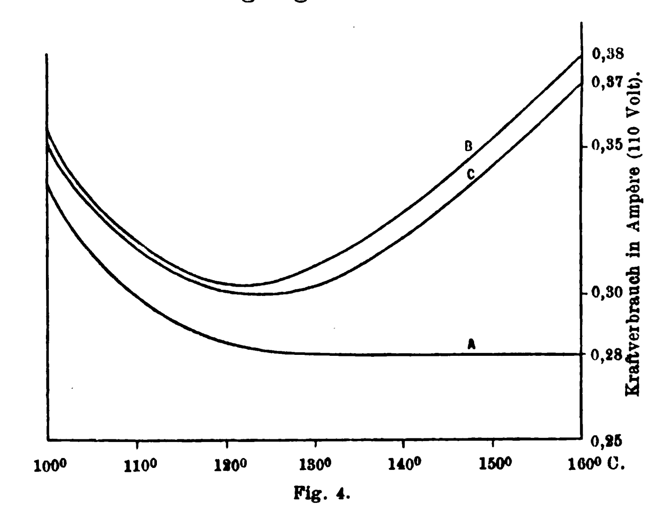


Fig. 4.

mischung erhöht wird. Setzt man die Verdickung fort, so tritt die dadurch erhöhte innere Reibung wieder durch eine Steigerung des Kraftverbrauches in Erscheinung (Fig. 3).

Sehr deutlich zeigt sich in folgendem Bild der offenbare Einfluss der chemischen Zusammensetzung der Oele auf ihre Adhäsion und Schmierfähigkeit. Die Linien zeigen den Kraftverbrauch von drei Cylinderölen bei allmählicher Steigerung der Temperatur bis 160° (Fig. 4).

A behält seine Schmierfähigkeit auch bei 160° vollständig bei, während *B* und *C* schon bei 120° bezw. 130° anfangen, sich zu zersetzen und ihre Schmierfähigkeit zu

verlieren. Bei der einem Dampfdrucke von 6 bis 7 at entsprechenden Temperatur von 160° verbrauchen *B* und *C* schon etwa 25 % mehr Kraft, als *A*. Ohne weiteres darf daraus auch geschlossen werden, dass der zur Aufrechterhaltung einer richtigen Schmierung nötige Oelverbrauch bei *B* und *C* weit grösser sein wird, als bei *A*, was praktische Versuche am Dampfcylinder auch bestätigt haben. Der Preis der Oele war $A = 100$ M., $B = 64$ M., $C = 74$ M. Es wäre also, wie dies allerdings sehr häufig geschieht, sehr unrationell, des Preises wegen *B* oder *C* vorzuziehen. Es soll damit nicht gesagt sein, dass immer nur die teuersten Oele die rationellsten seien, vielmehr soll dasjenige Oel gewählt werden, welches sich bei der Prüfung als bestes herausstellt. In den meisten Fällen freilich wird dieses das teuerste sein, doch spielen diese Preisunterschiede, wie schon anfangs erwähnt, keine Rolle gegenüber den Ersparnissen an Kraft und meist auch an Oel selbst..

Da es nun, wie gesagt, kein Oel gibt, das bei geringster innerer Reibung eine allen Ansprüchen genügende Adhäsion besässe, vielmehr bei einer gewissen Adhäsionsfähigkeit immer auch eine mehr oder weniger grosse innere Reibung mit in Kauf genommen werden muss, da ferner streng genommen jedes einzelne Lager je nach Konstruktion, Zustand, Druck, Umlaufszahl u. s. w., ein besonderes Oel von bestimmter Adhäsion nötig hätte, so ist es klar, dass lediglich auf Grund der Bestimmung des Reibungswiderstandes, überhaupt der physikalischen und chemischen Eigenschaften eines Oeles dasselbe unmöglich allgemein als gut oder als schlecht bezeichnet werden kann, sondern dass hierzu notwendigerweise auch eine Prüfung im Betrieb erforderlich ist.

Diese Prüfung mit jedem einzelnen Lager vorzunehmen, ist praktisch nicht durchführbar. Die Oelfabriken liefern deshalb für die grossen Hauptgruppen von Lagern je besondere Oele, wie leichte und schwere Transmissionsöle, leichte und schwere Spindelöle, Cylinderöle für hohen und niederen Druck, Dynamoöle u. s. w., doch ist natürlich innerhalb dieser Gruppen ein weiter Spielraum; Unterschiede von 20 % im Kraftverbrauch, z. B. unter den Spindelölen oder den schweren Transmissionsölen, sind nichts seltenes. Dann werden sehr häufig zu dickflüssige und zu viel Kraft verzehrende Oele verwendet in dem irrigen Glauben, dafür einen geringeren Oelverbrauch, billigere Schmierung und Sicherheit vor dem Warmlaufen zu erzielen. So wurde z. B. das Kurbellager einer 100pferdigen Dampfmaschine mit einem hierfür üblichen schweren Transmissionsöl geschmiert; ich verwendete statt dessen ein allerdings etwas teureres sogen. Dynamoöl, das mittels des Apparates geprüft etwa 25 % weniger Reibungswiderstand zeigte. Der Erfolg war, dass die Temperatur des Lagers sank und der Oelverbrauch auf $^1/_3$ des früheren Oeles vermindert werden konnte. Wurde der Verbrauch bei dem ersten Oel vermindert, so erhöhte sich die Temperatur. Es beweist dies, dass das Dynamoöl trotz der grösseren Dünnflüssigkeit einerseits eine grössere Adhäsion hatte, als das erste Oel, denn der Verbrauch konnte erniedrigt werden, andererseits eine geringere innere Reibung, denn die Temperatur im Lager war eine geringere. Die Lagertemperatur ist, abgesehen von dem Zustand des Lagers, Mangel an Oel, Schmutz im Lager und dergleichen Zufälligkeiten, abhängig von der Adhäsion des Oeles, d. h. der Fähigkeit, zwischen den reibenden Flächen eine dauernde Schichte zu bilden, und von der inneren Reibung des Oeles. Ist die Adhäsion zu gering, so berühren sich die Reibungsflächen und die Temperatur steigt beständig bis zum Heisslaufen; ein solches Oel ist gefährlich und unbrauchbar. Ist die Adhäsion genügend, die innere Reibung jedoch zu gross, so steigt die Temperatur ebenfalls, allein nur bis zu einer gewissen, ganz ungefährlichen Höhe, und bleibt dann stehen. Solche Oele sind zwar ungefährlich, verzehren jedoch unnötig viel Kraft. Und dies sind die in der Praxis am häufigsten vorkommenden Fälle. Das oben erwähnte Kurbellager konnte z. B. anstandslos mit einem Cylinderöl geschmiert werden, die Temperatur des Lagers stieg dabei auf 44° und blieb beständig auf dieser Höhe stehen. Der unnötige Mehrverbrauch an Kraft gegenüber dem Dynamoöl betrug aber sicher 50 %. — Aus demselben Grund ist die Anwendung von Starrschmieren (konsistenten Fetten) in allen Fällen, wo ebensowohl Oel verwendet werden könnte, unrationell.

Nach diesen Ausführungen würde also die Wahl eines Schmieröles folgendermassen vorzunehmen sein: Man prüft erst die verschiedenen Oele mittels des Apparates und zwar Spindelöle bei 35°, Transmissions- und Maschinenöle bei 40° und schmiert dann ein oder mehrere Lager mit demjenigen Oel, welches die niedrigste Reibungszahl ergeben hat. Kommen dabei Tropföler in Betracht, so stellt man den Zufluss ebenso ein, wie bei der seitherigen Schmierung; das Lager spült man womöglich mit dem neuen Oel erst aus. Vor dem Versuch wurde die Temperatur des Lagers festgestellt (mittels eines dünnen, durch das Schmierloch bis auf die Achse gehenden Thermometers); nach 20 Minuten misst man die Temperatur wieder; ist sie gleich oder geringer als zuvor, so misst man nach einigen Stunden wieder; ist sie auch dann noch gleich oder geringer, so verringert man, wo dies angängig, den Oelzufluss und stellt auf diese Weise zugleich den richtigen Oelverbrauch fest. Hat man sich dann noch von der Säurefreiheit und sonstigen Reinheit des Oeles überzeugt, so ist man sicher, mit diesem Oel die beste und billigste Schmierung zu haben, selbst wenn das Oel teurer als das seitherige wäre.

Steigt jedoch bei den Versuchen die Temperatur, so wird diese Probe sofort ausgeschieden, denn es beweist dies, dass für die vorliegenden Zwecke die Adhäsion des Oeles zu gering ist. Man nimmt hierauf dasjenige Oel mit der nächst höheren Reibungszahl und verfährt ebenso.

Bei Cylinderölen jedoch kann man natürlich nicht derart verfahren, da die Temperatur im Dampfcylinder von dem einströmenden Dampf abhängig ist, und die durch zu geringe Adhäsion entstehende Wärmesteigerung nicht gemessen werden kann. Man ist hierbei lediglich auf die Prüfung im Apparat und auf das Gehör angewiesen. Aus der Viskositätsbestimmung kann auch bei Cylinderölen nichts gefolgert werden, was nach meinen Erfahrungen schon daraus hervorgeht, dass der Viskositätsgrad von guten und schlechten Cylinderölen bei 160° oft gar nicht und oft nur ganz unbedeutend verschieden ist.

Man füllt die Proben in den Apparat ein, erhitzt und setzt den Motor bei etwa 100° in Gang. Nun beobachtet man den Zeiger des Ampèremeters, der bei steigender Temperatur allmählich zurückgehen wird. Ist das Oel gut, so wird das stete Sinken des Ampèremeters bis zu 160 und 200° anhalten; ist das Oel schlecht, so wird, wie dies aus der Fig. 4 ersichtlich ist, schon bei 120 bis 130° eine Veränderung des Oeles eintreten, die Adhäsion ungenügend werden und dadurch der Kraftverbrauch steigen. Diese Oele sind ungeeignet und kennzeichnen sich durch hohen Verbrauch an Kraft und Oel. Man wird also nur solche Oele nehmen, welche bei 160 oder 180° den niedrigsten Reibungswiderstand zeigen. Die zur richtigen Schmierung nötige Oelmenge bestimmt man dann noch durch stetige Verringerung des Oelzuflusses und Behören des Cylinders. Sobald der Oelzufluss ungenügend wird, entsteht das bekannte brummende Geräusch.

Wenn den Schmiermitteln die Aufmerksamkeit geschenkt wird, die sie verdienen, und die Prüfungen in der beschriebenen Weise ausgeführt werden, so wird man in sehr vielen Betrieben erstaunt sein, wie viel Kraft, Oel und Geld erspart werden kann an einem Artikel, den man im allgemeinen so wenig beachtet, der aber sowohl in praktischer, wie auch in wissenschaftlicher Beziehung wert ist, dass man sich mit ihm beschäftigt. Denn gerade durch die seitherige unzureichende wissenschaftliche Erforschung und Charakterisierung der Schmiermittel werden dieselben noch grossenteils als Vertrauenssache behandelt.

Zur Frage elektrischer Fernbahnen.

Von Zivilingenieur **Ernst Zander.**

(Schluss von S. 666 d. Bd.)

B. Technische Fragen.

Die technischen Schwierigkeiten, welche vor der Einführung des elektrischen Betriebes in die grosse Praxis zu lösen sind, lassen sich in drei Gruppen einteilen:

I. Schwierigkeiten der Betriebsordnung und Betriebssicherung (Zugdeckung, Signalwesen u. s. w.).

II. Schwierigkeiten des Einbaues der motorischen Kraft in den Zug.

III. Schwierigkeiten der Energiezuführung zum fahrenden Zug.

Zwar wird auch die Einrichtung der Kraftstationen in Anbetracht der stossweisen Energieentnahme beim Anfahren einige Besonderheiten enthalten müssen, doch kann hierdurch angesichts der sonstigen hervorragenden Leistungen der letzten Zeit im Bau grosser Kraftstationen eine ernsthafte Schwierigkeit nicht entstehen. Bezüglich der Geleise kann ferner auf die vorhergegangenen Erörterungen verwiesen werden.

I. Schwierigkeiten der Betriebsordnung und Betriebssicherung.

Es wurde schon oben die Forderung aufgestellt, dass ein für die allgemeine Einführung elektrischer Zugkraft geeignetes System einen allmählichen Uebergang von Dampf zum elektrischen Betrieb, mit anderen Worten, einen gemischten Betrieb auch auf ein und derselben Linie zulassen müsse.

Die Wagen der elektrischen Züge müssen sich in Dampfzüge, die Wagen der Dampfzüge in elektrische Züge einreihen lassen, ohne mehr Schwierigkeiten zu verursachen, als jetzt beim Umsetzen von Dampfzug zu Dampfzug entstehen.

Vorhandene Drehscheiben, Schiebebühnen u. s. w. müssen auch weiter, und zwar für beide Betriebsarten, benutzt werden können, vor allen Dingen aber natürlich die Bahnhöfe, Weichenanlagen u. s. w. Durchlaufende Wagen müssen sich unter allen Umständen auch ferner beibehalten lassen.

Diese Forderungen weisen jeden Versuch, anormale Geleise- oder Wagenkonstruktionen oder extreme Geschwindigkeiten (siehe Anfang) bei Einführung elektrischen Vollbahnbetriebes zu verwenden, zurück. Es soll keineswegs damit bestritten werden, dass für die erhöhten Geschwindigkeiten und die veränderte Triebkraft vielleicht an sich zweckmässigere Konstruktionen geschaffen werden könnten, durchführbar würden sie aber nur auf Bahnlinien sein, die eine in sich geschlossene Verkehrslinie bilden und sich vom übrigen Bahnnetz völlig abtrennen könnten. Es muss aber durchaus bezweifelt werden, ob es selbst bei Annahme eines noch höheren als des weiter vorn errechneten Verkehrs möglich ist, auf solchen Bahnen, wenn sie eine Rente abwerfen sollen, annehmbare Fahrpreise zu stellen.

Verlassen wir einen Augenblick den Boden des Erreichbaren und betrachten wir die Hoffnungen und Vorstellungen derer, die die extremen Geschwindigkeiten auf extremen Bahnkörpern mit extremen Mitteln erreichen wollen, etwas kritisch.

Geschwindigkeiten von 180 bis 200 km pro Stunde lassen sich selbstverständlich auf den heutigen Bahnkörpern mit den heutigen Wagen im normalen Betriebe nicht durchführen. Bleibt man bei dem zweischienigen Geleise, so müsste die Spur erheblich verbreitert werden, wahrscheinlich müsste auch noch der Schwerpunkt der Fahrzeuge erheblich tiefer gelegt werden. Ob ein um einige Millimeter nachgebender Schienenstoss dann noch zulässig ist, bleibt zweifelhaft, nicht minder, ob sich mit den erheblich vergrösserten Radien in dicht bevölkerten Gegenden — denn nur um solche könnte es sich handeln — überhaupt noch eine den Punkten starken Verkehrs sich anschmiegende Trace einhalten lässt.

Nicht unwahrscheinlich ist, dass sich für diese Geschwindigkeiten überhaupt nur eine einschienige Bahn verwenden lässt, sei sie nun nach Bauart *Behr*, Bauart *Langen* oder nach anderen, praktisch nicht erprobten Vorschlägen.

Soviel ist jedenfalls sicher, dass die Anlage- und Betriebskosten dieser Bahn mindestens proportional der Geschwindigkeit bei sonst gleicher Antriebsart wachsen werden, wahrscheinlich aber noch erheblich schneller.

Gestatten wir uns daraufhin noch einen kleinen finanziellen Ueberschlag. Nimmt man an Anlage- und Betriebskosten das Doppelte an, als bei der vorn näher betrachteten elektrischen Bahn mit 100 bis 120 km pro Stunde Geschwindigkeit, so ergeben sich Ausgaben von rund 34000 M. bei 500000 M. Anlagekosten pro Kilometer. Rechnet man hierfür wieder 5% Zinsen, so müsste die Bahn 59000 M. Einnahmen pro Kilometer Betriebslänge einbringen. Sollen, entgegen den sehr ermässigten Fahrpreisen bei dem vorderen elektrischen Projekt, die jetzigen Fahrpreise II. Klasse beibehalten werden und rechnet man der Einfachheit halber nur mit Rückfahrkarten, so müssten jährlich 1310000 (pro Personenkilometer 4,5 Pf.) oder täglich rund 3600 zahlende Fahrgäste über jeden Kilometer befördert werden. Das entspricht bei wieder vier Personenwagen pro Tag und 43 Plätzen pro Wagen, sowie durchschnittlich halber Besetzung der Plätze rund 15250 Zügen pro Kilometer Betriebslänge und pro Jahr oder rund 42 Zügen pro Tag. Es ergäbe sich danach für jede Richtung eine Zugfolge mit Zwischenräumen von 40 bis 50 Minuten.

Derartig hohe Geschwindigkeiten hätten nun nur Wert für sehr lange Reisestrecken. Je länger die Strecke, desto kleiner wird naturgemäss die Zahl der Reisenden, die sie ganz durchfahren; der über kürzere Strecken reisende Fahrgast hat aber praktisch kein Interesse an solchen Geschwindigkeiten, die er nur gegen ausserordentlich erhöhte Fahrpreise würde ausnutzen können. Für einen Reiseweg von 300 km wäre die Zeitersparnis bei 170 km mittlerer Stundengeschwindigkeit gegen eine solche von 100 km 74 Minuten; für eine Reise von Berlin nach Köln würde man statt 5,8 Stunden bei 100 km pro Stunde 3,4 Stunden bei 170 km pro Stunde gebrauchen.

Es ist unnütz, hieraus weitere Einzelschlüsse gegen die wirtschaftliche Möglichkeit der extremen Geschwindigkeiten zu ziehen; diese fallen für heutige Verhältnisse bei näherer Betrachtung in sich selbst zusammen. Für eine ferne Zukunft wollen wir uns jedoch als Techniker nicht den Kopf zerbrechen, die Gegenwart stellt genug Aufgaben, und Zukunftsphantasien spinnt *Jules Verne* besser und billiger.

Es sei deshalb hier auch weiter gar nicht auf die Schwierigkeiten der Zugdeckung, Signalgebung u. dgl. bei so hohen Geschwindigkeiten eingegangen. Heute würde es nicht möglich sein, bei unsichtigem Wetter einen mit 55 m pro Sekunde vorbeisausenden Menschen zuverlässig Signale zu geben. Auch auf die bisher noch unbekannten, psychologischen Einflüsse derartiger Geschwindigkeiten auf das Führerpersonal sei nur kurz hingewiesen.

Bewegt man sich bei allen diesen wirtschaftlichen und geschäftlichen Spekulationen bezüglich jener extremen Verhältnisse völlig ohne Erfahrung, so ist dies nicht mehr der Fall bei Geschwindigkeiten von 100 bis 120 km pro Stunde. In Frankreich gibt es auf den Linien der Nordbahngesellschaft bereits fahrplanmässige Geschwindigkeiten von über 100 km mit einem verhältnismässig sehr leichten Wagenmaterial; in den Vereinigten Staaten werden auf gewissen Linien 100 km pro Stunde gleichfalls überschritten.

Das Verhalten des rollenden Materials sowie der Geleise ist bekannt und es kann daher mit Sicherheit angenommen werden, dass bei der erheblich günstigeren Bewegungsart im Falle elektrischen Antriebs Geleise und

Wagen keine neuen prinzipiellen Schwierigkeiten verursachen werden.

Die Signalgebung und Zugdeckung geschieht bei diesen Geschwindigkeiten bereits zufriedenstellend. Eine gewisse Erhöhung der Gefahren im Betriebe wird herbeigeführt durch die schnellere Aufeinanderfolge der Züge mit hohen Geschwindigkeiten, durch die allerdings erhebliche Erhöhung der Durchschnittsgeschwindigkeit aller verkehrenden Personenzüge. Diese Schwierigkeit wird aber mehr als behoben durch die Thatsache, dass die elektrischen Züge von einer Zentralstelle aus mit Kraft versehen werden und so viel leichter durch Beeinflussung der die elektrische Energie zuführenden Leitungen in ihrer Verteilung über die ganze Bahnlinie überwacht und reguliert werden können. Bei einer eingehenderen technischen Behandlung dieser Zugdeckung und Linienblockierung durch Beeinflussung der elektrischen Leitungen ergeben sich eine Reihe verschiedener Möglichkeiten, deren Behandlung hier vorläufig noch nicht angezeigt erscheint.

Eine weitere wichtige Frage ist die, wie weit die einzelnen Züge unterteilt werden sollen (ob eventuell bis zum Einzelwagensystem herab). Es besticht auf den ersten Augenblick, sich den Fernverkehr nach Art des Strassenbahnverkehrs vorzustellen, und es sind nicht nur jene Zweihundertkilometerphantasten, die eine derartige Betriebseinteilung vorgeschlagen haben. Zwei gewichtige Gründe sprechen jedoch dagegen, erstens eine Rücksicht auf Energieersparnis, zweitens eine Rücksicht auf Betriebssicherheit und Betriebsübersicht.

Die erstere Rücksicht gründet sich auf den Luftwiderstand. Es ist weit überwiegend die Frontfläche, welche den Luftwiderstand hervorruft; die seitliche Luftreibung ist unbedeutend und die Stirnflächen der einzelnen Wagen können mehr als bisher so konstruiert werden, dass sie nach aussen eine angenähert glatte Zugoberfläche bilden.

Die weiter vorn angegebene Zahl von 400 kg Luftwiderstand ist ungefähr das Mittel aus den verschiedenen Versuchen und setzt eine schlank verlaufende Spitze am vorderen Ende des Motorwagens voraus. Der aus fünf Einzelwagen bestehende elektrische Zug, wie er bisher den Rechnungen zu Grunde gelegt wurde, hat einen Widerstand von $[(4 \times 30) + (1 \times 46)] \times 7 + 400 = 1560$ kg, die einzel fahrenden Wagen würden, da jeder Wagen als Motorwagen ausgebildet werden müsste, ein Gewicht von je etwa 40 t erhalten und jeder für sich einen Widerstand von

$$40 \times 7 + 400 \text{ kg} = 680 \text{ kg}$$

zu überwinden haben; also zusammen $4 \times 680 = 2720$ kg gegen 1560 kg bei Zugform. Es würden demnach die gesamten Kosten für die Krafterzeugung, teilweise auch für die Fernleitung, 75% mehr betragen.

Bei Trennung des Fünfwagenzuges in zwei Teile und Mitführung je eines leichteren Gepäckwagens ergäben sich $[43 + 30 + 19] \times 7 + 400 = 1040$ kg pro Zweiwagenzug, also zusammen 2080 kg oder immer noch 33% mehr Kraftverbrauch als beim ungeteilten Zuge. Hierzu kommt noch, dass eine grössere Anzahl kleiner Motoren mehr Unterhaltungskosten verursacht als eine geringere Anzahl grosser Motoren, und dass ferner durch die vier- bezw. zweimal grössere Zahl der vorn spitz gebauten Wagen bei Unterteilung des Fünfwagenzuges an nutzbarem Raum verloren geht. Würde man die Vorzüge des vorderen Motorwagens beim Fünfwagenzuge, der als Gepäckwagen gedacht ist und beim Rangieren u. s. w., bei Uebernahme von durchlaufenden Wagen sehr wertvoll ist, in der vergleichenden Rechnung entsprechend berücksichtigen, so würden die Unterschiede noch mehr zu Gunsten des längeren Zuges sprechen.

Auch die Rücksichtnahme auf Betriebssicherheit und Uebersicht spricht gegen eine unnötig vergrösserte Anzahl von Einzelzügen auf der Strecke.

Eine stündliche Zugfolge gestattet noch Niveauübergänge, während Zugfolgen von 10 und 20 Minuten diese völlig ausschliessen würden. Gerade in verkehrsreichen Gegenden dürfte aber eine derartige Forderung der Beseitigung von Niveauübergängen sehr kostspielig werden.

Ausserdem würde bei den unvermeidlichen Verspätungen eine Zugfolge von 10 zu 10 Minuten ein Zugdeckungs- und Signalwesen erfordern, das vorläufig wenigstens kaum die Ansprüche erfüllen könnte, die aus Sicherheitsgründen gestellt werden müssen.

Bei stündlicher Zugfolge würden die Kraftstationen eine Strecke von etwa 50 km beherrschen müssen, um eine angenähert gleichmässige Belastung zu erfahren. Das lässt sich technisch heute schon vollkommen betriebssicher durchführen mit Spannungen, die erprobt sind. Es dürfte sich wahrscheinlich durchführen lassen, die Einheitsstrecke von 160 km von einer Station aus zu betreiben. Immerhin würden die Rücksichten auf die Belastung und Bemessung der Kraftstationen und Leitungen einer häufigeren Zugfolge das Wort reden, und bei genügender Entwickelung des Verkehrs wird sich dann vielleicht auch eine Zugfolge von 20 bis 30 Minuten auf verschiedenen Linien erreichen lassen, ohne gerade das Einzelwagensystem anzuwenden.

Es ist hier am Platze, eine Schwierigkeit der Betriebsordnung bei Einführung elektrischen Betriebes zu erwähnen, die von mancher Seite geradezu als dauerndes Hindernis der Einführung betrachtet wird. Bekanntlich sind die Eisenbahnen eines der wichtigsten Mittel der Landesverteidigung. Ihr Betrieb geht im Fall der Mobilmachung in die Hände der Militärbehörde über und diese muss von der neuen Betriebsart verlangen, dass sie für den Transport der Truppen und Lebensmittel ebenso leistungsfähig und betriebssicher ist, wie die gegenwärtige Beförderung mittels Dampf.

Die Umwandlung nur einiger verkehrsreicher Linien würde die Interessen der Militärverwaltung nicht sonderlich in Beunruhigung versetzen, wenn, wie schon oben aus anderen Gründen gefordert, Geleise und Betriebsmittel nach den Normalien hergestellt sind und auch für Dampfbetrieb benutzt werden können. Es könnte dann im schlimmsten Fall von der Militärbehörde verlangt werden, eine Reihe von Dampflokomotiven für den Fall der Mobilmachung in Bereitschaft zu halten und diese von Zeit zu Zeit praktischen Proben auf Brauchbarkeit im Kriegsfall zu unterziehen, wenn die elektrischen Kraftstationen, Leitungen und Motorwagen nicht als betriebssicher angesehen werden sollten. Ein derartiger Einwand gegen die Betriebssicherheit könnte aber nur gegen die Leitungen aufrecht erhalten werden, die verhältnismässig leicht zerstört werden können. Nun dürfte das bei dem Truppentransport während der Mobilmachung, ausgenommen die Grenzbezirke, kaum zu erwarten sein, und selbst im Fall einer absichtlichen oder zufälligen Leitungsstörung lassen sich bei entsprechender Einrichtung und Verteilung der Leitungsreparaturwagen über die Strecke in wenigen Stunden umfassende Reparaturen vornehmen.

Im Fall einer feindlichen Invasion lassen sich natürlich in der Nähe des Feindes von einer zentralen Kraftanlage abhängige Betriebsmittel nicht verwenden, für solche Fälle werden aber immer Dampflokomotiven zur Verfügung stehen.

Im wesentlichen hängen diese militärischen Einwände mit einem Gefühl der Unsicherheit hinsichtlich der elektrischen Leitungen, besonders der Fahrdrähte zusammen. Die Interessen des allgemeinen Verkehrs werden jedoch mit Sicherheit dafür sorgen, dass vor der Einführung elektrischen Betriebes auf Hauptbahnlinien die Leitungsanlagen auf Versuchsstrecken bewiesen haben, dass sie betriebssicher sind und dass Methoden existieren, die vorkommende Störungen schnell und sicher zu beseitigen erlauben. Ohne schon jetzt auf die Leitungsschwierigkeiten näher einzugehen, sei doch an dieser Stelle darauf hingewiesen, dass für Strassenbahnen die Oberleitung weitaus den regelmässigsten und sichersten Betrieb erlaubt und bei sorgfältiger Verlegung verhältnismässig wenig Störungen verursacht. Allerdings waren sehr viele Erfahrungen nötig, ehe die heutige Betriebssicherheit der Strassenbahnoberleitungen erreicht wurde.

II. Schwierigkeiten des Einbaues der motorischen Kraft in den Zug.

Der Anbau der elektrischen Motoren an die Antriebsachsen hat mit zwei schädlichen Einflüssen zu rechnen, den Stössen und der hohen Umfangsgeschwindigkeit der rotierenden Motorteile.



Ein Teil der Techniker glaubt, die Wirkungen der Stösse auf die Motoren durch besondere federnde Aufhängungen abschwächen zu müssen, ein anderer meint, diese Vorsichtsmassregeln entbehren und die rotierenden Motorteile direkt und starr auf die Achsen setzen zu können.

Die Erfahrungen sind bisher natürlich noch keineswegs umfangreich genug, um schon jetzt nach der einen oder anderen Richtung hin eine auch nur vorläufige Entscheidung treffen zu können.

Die französischen und amerikanischen Versuchsausführungen für Vollbahnen haben fast durchweg auch bei Motoren ohne Zahnradvorgelege elastische Aufhängung der Motoren angewendet und in den Veröffentlichungen über diese Versuche ist die Notwendigkeit solcher Tragevorrichtungen betont.

Die deutschen Vollbahnversuche und vollbahnähnlichen Anlagen, nämlich die elektrische Bahn Düsseldorf Krefeld, sowie die Wannseebahn-Versuche, die gegenwärtig ausgeführt werden, meines Wissens auch bei Vollbahnmotoren die Firma *Schuckert*, haben die unelastische Trageaufhängung vorgezogen.

Besonders nach den Erfahrungen, die mit den Heilmann-Lokomotiven auf den Linien der französischen Ostbahngesellschaft gewonnen sind, scheint doch die elastische Aufhängung der Motoren mit Rücksicht auf ihre Lebensdauer durchaus wünschenswert zu sein. Vergegenwärtigt man sich die gegen kurze schlagende Stösse empfindliche Konstruktion, besonders der Gleichstrommotoren, bedenkt man ferner, dass das Gewicht eines Bahnmotors von 150 PS Dauerleistung 3000 bis 4000 kg beträgt, so muss man eine federnde Aufhängung der Motoren sowohl in deren eigenem Interesse, als auch im Interesse der Geleiserhaltung, besonders an den Schienenstössen, durchaus wünschen. Bei Schnellzuglokomotiven erreichen die Treibachsen ein ungefedertes Gewicht von etwa 3000 kg bei Raddurchmessern von etwa 2000 mm; die Motorachsen bei den Wannseebahn-Versuchen erreichen meines Wissens das gleiche ungefederte Gewicht, bei um mehr als die Hälfte kleineren Raddurchmessern. Da nun diese kleineren Räder bei jeder Unebenheit des Geleises erheblich kürzere und heftigere Stösse erhalten als jene grossen Räder, so dürfte bei einem den praktischen Verhältnissen entsprechenden Dauerbetrieb in kurzer Zeit der schädigende Einfluss der starren Befestigung zu Tage treten. Um besonders die schädlichen Einflüsse auf die Motoren festzustellen, dürfte es sich empfehlen, bei Dauerversuchen mit elektrischen Lokomotivwagen die eine Hälfte der Motoren fest, die andere elastisch aufzuhängen.

Besonders bemerkenswert ist, dass noch vor kurzer Zeit die zum Zweck elektrischer Vollbahnbauten geschlossene Vereinigung *Baldwin-Westinghouse* ganz entschieden für Anwendung von Zahnradantrieben auch für Geschwindigkeiten von 70 bis 80 km pro Stunde eingetreten sei, und zwar mit Gründen, die vom praktischen Standpunkt sehr beachtenswert sind. Bedenkt man, dass Elektromotoren bei Umfangsgeschwindigkeiten von 20 bis 25 m pro Sekunde am günstigsten arbeiten, dass diese Umfangsgeschwindigkeiten aber aus konstruktiven Gründen höchstens 60% der Zuggeschwindigkeit bei direktem Achsenantrieb betragen, so würdan Achsenmotoren erst bei der von uns früher angenommenen Zuggeschwindigkeit von etwa 120 km pro Stunde jene günstigste Umfangsgeschwindigkeit erreichen. Besonders umständlich ist im Fall von Reparaturen am Achsenmotor dessen Entfernung vom Wagengestell. Will man nicht die ganze Achse mit beiden Rädern zur Reparatur mitsenden, so muss man ein Rad von der Achse herunterbringen, was eine für schnelllaufende Vollbahntreibachsen keineswegs erwünschte Konstruktion für die Befestigung der Räder auf der Achse ergibt.

Auf der anderen Seite hat sich in den letzten Jahren die Technik der Zahnradfabrikation in einer derartigen Weise entwickelt, dass man, ohne sich einseitig für Zahnradbetrieb zu entscheiden, umfassende Versuche nach dieser Richtung bei Einrichtung einer Vollbahnstrecke durchaus empfehlen kann. Die Unannehmlichkeiten der Zahnradantriebe bei unseren Strassenbahnen kommen im wesentlichen von den infolge des oftmaligen Anfahrens übertrieben hohen spezifischen Drücken in den Berührungslinien der Zahnflanken, die das Oel, und infolgedessen auch das Material, in kurzer Zeit fortquetschen. Da eine derartige häufige Ueberlastung der Räder beim Vollbahnbetrieb keineswegs eintritt, so dürften dort Zahnräder eine erheblich längere Lebensdauer aufweisen als beim Strassenbahnbetrieb.

Bemerkt möge noch werden, dass sich die elastische Aufhängung der Motoren mit Zahnradvorgelege wesentlich einfacher gestaltet als die der Achsenmotoren, deren Federung und Lagerkonstruktion bei der erforderlichen Hohlwelle für den rotierenden Teil des Motors erhebliche Komplikationen bedingt.

Ohne hier auf die Wahl des Stromsystems näher einzugehen, sei doch kurz über das Für und Wider von Gleich- und Drehstrommotoren zum Vollbahnbetrieb hingewiesen. Es gibt Techniker, die rund bestreiten, dass die Konstruktion von Gleichstrommotoren für Bahnzwecke und Geschwindigkeiten von 100 bis 150 km möglich sei. Besonders sind es Bedenken gegen die Haltbarkeit der Wickelung und des Kollektors, die geltend gemacht werden. Man kann selbstverständlich, abgesehen von der letzten Heilmann-Lokomotive, die in normalem Schnellzugsdienst mehrere tausend Kilometer durchlaufen hat, mit Geschwindigkeiten, die 100 km pro Stunde erreichten und überschritten, auf eine wirkliche praktische Bewährung der Gleichstrommotoren für hohe Bahngeschwindigkeiten nicht hinweisen. Trotzdem lassen sich aus dem bisher auf dem Gebiete des Gleichstromdynamo- und Motorenbaues Erreichten sehr wohl Schlüsse ziehen auf die Zulässigkeit elektrischer Gleichstrommotoren für jene hohen Geschwindigkeiten. Es genügt eigentlich, auf die Leistungen der ersten brauchbaren grossen Dynamos hinzuweisen, auf die der *Siemens*'schen Innenpolmaschinen, um auch die Möglichkeit von Gleichstromvollbahnmotoren für hohe Geschwindigkeiten genügend zu erklären. Jene Dynamos erreichten nach mir vorliegenden alten Preislisten der Firma *Siemens und Halske* an dem äusseren Umfange des rotierenden Teiles Geschwindigkeiten von über 20 m per Sekunde und haben sich damit in jahrelangen Betrieben brauchbar gezeigt. Dabei ist die Befestigung der Kupferstäbe auf dem Ankereisen, die bekanntlich bei den Innenpolmaschinen häufig gleichzeitig Ankerwickelung und Kollektor bilden, mit heutigen Anker- und Kollektorkonstruktionen verglichen, eine vom mechanischen Standpunkte aus sehr primitive. Vergegenwärtigt man sich dagegen die heutigen Leistungen im Bau grosser Gleichstromanker mit hohen Umfangsgeschwindigkeiten, so ist eigentlich durchaus kein Grund einzusehen, weshalb, natürlich mit zweckmässigen Abänderungen, Gleichstromvollbahnmotoren für hohe Geschwindigkeiten unmöglich sein sollten. Jedenfalls war der Weg vom stationären Gleichstrommotor anfangs der 80er Jahre bis zum Trambahngleichstrommotor von heute viel weiter, langwieriger, schwieriger, als der von dem heutigen modernen grossen Gleichstrommotor für stationären Betrieb zu dem für Vollbahnbetrieb. Die Eigentümlichkeit des Trambahnmotors ist die häufig wechselnde, stossweise Beanspruchung, wogegen sich der Vollbahnmotor weit mehr der Beanspruchung eines zeitweiligen Ueberlastungen ausgesetzten stationären Motors nähert. Jedenfalls sind eine Reihe von in der letzten Zeit in Betrieb genommenen grossen Gleichstrommotoren für Fördermaschinen hinsichtlich stossweiser Beanspruchung und zeitweiser Ueberlastung ungünstiger daran als etwaige zukünftige Vollbahnmotoren.

Drehstrommotoren sind in ihrer Bauart mechanisch fester als Gleichstrommotoren. Dennoch stehen sie in einigen Punkten den Gleichstrommotoren für Vollbahnzwecke nach. Zunächst muss wegen des geringen Abfalles der Tourenzahl von Drehstrommotoren zwischen Leerlauf und voller Belastung auf eine peinlich genaue Gleichheit der Triebraddurchmesser gesehen werden. Unterschiede in den Triebraddurchmessern von 1/4 % können schon erhebliche Verschiebungen der Gesamtleistung der Lokomotive auf den oder die Motoren mit grösseren Triebraddurchmessern zur Folge haben. Sodann — und das dürfte die Hauptschwierigkeit des Drehstromvollbahnmotors bilden — kann der Luftwiderstand zwischen festem und beweglichem Teil des Motors nur sehr gering bemessen werden, wenn



ein rationelles Arbeiten des Drehstrommotors verbürgt werden soll. Im allgemeinen dürften diese Luftzwischenräume innerhalb der Grenze von 1 bis 2,0 mm schwanken. Hieraus ergibt sich die Notwendigkeit peinlich genauer Lagerkonstruktionen mit sehr kleinen spezifischen Drücken, um ein Auslaufen der Lager und damit ein Scheuern des beweglichen Teiles am festen Teil zu verhindern. Trotzdem wird bei den unvermeidlichen Ueberlastungen und den Stössen vom Geleise her, zumal bei unelastisch aufgehängten Achsenmotoren, ein unzulässiges Auslaufen der Lager und damit eine Zerstörung des Motors nicht zu vermeiden sein.

Es kann auch hierbei mangels praktischer Erfahrungen nicht zu Gunsten eines Motors schon jetzt eine Entscheidung getroffen werden; so viel dürfte aber aus jenen kurzen Ausführungen hervorgehen, dass, abgesehen von der Frage der Stromverteilung längs der Bahn, vom Standpunkt des Motorbaues aus sowohl Gleichstrom- wie Drehstrommotoren bei etwa anzustellenden Versuchen zu berücksichtigen sind.

III. Schwierigkeiten der Energiezuführung zum fahrenden Zug.

Die unter I. und II. soeben behandelten Fragen bieten zwar, wie ausgeführt, Schwierigkeiten, immerhin lässt sich mit ziemlicher Gewissheit sagen, bei I. mit Hilfe von Folgerungen aus dem modernen Schnellzugbetrieb, bei II. auf Grund der Leistungen des modernen Motorenbaues, dass die Lösung der auftauchenden Frage keine längeren Schwierigkeiten bereiten wird.

Anders verhält es sich mit der Frage der Energiezuführung zum fahrenden Zug. Sehen wir vom reinen Akkumulatorenbetrieb ab, der für normale Vollbahnstrecken beim heutigen Stande der Akkumulatorentechnik ausgeschlossen ist, so präzisiert sich die vorliegende Schwierigkeit zu folgender Frage:

„Wie kann man einem mit 30 bis 45 m pro Sekunde dahinfahrenden Zug von einer feststehenden Leitung aus eine Energiemenge von 500 bis 800 Kilo-Watt für alle Betriebs- und Witterungsverhältnisse sicher zuführen?"

Zur Beantwortung dieser Frage kann man vorläufig weder auf direkte, praktische Erfahrungen, noch auf Schlüsse aus ähnlichen Verhältnissen zurückgreifen. Zwar sollen nach amerikanischen Berichten auf der Nantasket-Bahn mit normalem Strassenbahntrolley vorübergehend Geschwindigkeiten bis über 100 km pro Stunde erreicht worden sein; dennoch ist es durchaus feststehend, dass man mittels dem Strassenbahnbetriebe nachgebildeter Stromabnehmer und Leitungen zu dem hier vorschwebenden Ziele nicht gelangen kann.

Die Firma *Siemens und Halske* erreicht auf der einzigen, vollbahnähnlichen elektrisch betriebenen Strecke in Deutschland, der von Düsseldorf nach Krefeld, vorübergehend eine Geschwindigkeit von 60 km pro Stunde mit ihrem Bügelsystem. Aber sowohl die verhältnismässig geringe Geschwindigkeit wie die Kürze der Erfahrungen lassen auch hier keinen Analogieschluss zu; noch viel weniger beweisen sie etwas gegen die soeben aufgestellte Behauptung der gänzlichen Unzulässigkeit strassenbahnähnlicher Stromleitungen und Stromabnehmer für den hier erstrebten Zweck.

Ein erhebliches Interesse erweckt die Veröffentlichung von *Walter Reichel* in der *Elektrotechnischen Zeitschrift*, Nr. 23: *Versuche über Verwendung hochgespannten Drehstromes für den Betrieb elektrischer Bahnen.* Das Hauptergebnis der hierin beschriebenen, von *Siemens und Halske* angestellten Versuche ist darin zu suchen, dass wahrscheinlich die Erhöhung der Fahrdrahtspannung die Zuführung grösserer elektrischer Energiemengen von Luftleitungen erleichtert bezw. überhaupt erst ermöglicht. Leider gestatten auch diese verdienstvollen Versuche keine nennenswerten Folgerungen zur Beantwortung der von uns aufgeworfenen Frage, da sowohl die Geschwindigkeiten als auch die zugeführten Energiemengen weit unter den für Vollbahnbetrieb erforderlichen Zahlen bleiben.

Die zweifellos sehr erheblichen Schwierigkeiten der Stromzuführung mittels Luftleitungen für unseren Zweck haben eine Reihe von insbesondere amerikanischen Ingenieuren veranlasst, die Luftleitung zu verlassen und das System der dritten Schiene für Vollbahnen vorzuschlagen und für Stadt- und Vorortbahnen anzuwenden. Auch die Berliner elektrische Hochbahn, sowie die elektrische Vollbahnlinie Paris-Versailles, beide gegenwärtig im Bau, verwenden die dritte Schiene.

Wenn sich nun auch in Amerika die dritte Schiene für Stadt- und Vorortbahnen anscheinend gut bewährt, so kann man auch hieraus leider keinen gültigen Schluss auf Vollbahnverhältnisse ziehen. Derartige Bahnen nähern sich zwar bezüglich des Energiebedarfes einigermassen den Vollbahnverhältnissen, ihre bedeutend geringere Geschwindigkeit und ihre kurze Streckenlänge, sowie meist der von Niveauübergängen freie Bahnkörper unterscheiden sie scharf von den bei uns vorerst zu erwartenden Vollbahnverhältnissen.

So lange Gleichstrom von der Zuleitung abgenommen wird, der nur eine Stromzuleitung erfordert und Spannungen unter 1000 Volt bedingt, lässt sich eine elektrische Vollbahn mit dritter Schiene auf Grund der heutigen Vorort- und Stadtbahnerfahrungen denken; immerhin müsste bei langen Strecken zur Vermeidung erheblicherer Energieverluste infolge Nebenschlusses zwischen dritter Schiene und Geleiserückleitung über die sehr zahlreichen, parallel geschalteten Befestigungspunkte hinweg die ganze Strecke in einzelne, nur während des Passierens eines Zuges einzuschaltende Abteilungen zerlegt werden.

Nun dürfte aber in den meisten Fällen die Energiezuführung in Gestalt von hochgespanntem Drehstrom erfolgen.

Dann schliesst sowohl die Komplikation der Stromleitungsanordnung an Weichen für 2 bis 3 Stromschienen mit erheblichem Spannungsunterschied, als auch der erhebliche Energieverlust durch Nebenschluss und die Lebensgefahr für das Streckenpersonal die Anwendung von Niveauleitungen bezw. „dritten Schienen" vollständig aus. Man ist dann gezwungen, für die Zuleitung zur Luftleitung zurückzukehren.

Die weitere Behandlung der Leitungsfrage erfordert ein Eingehen auf die Systemfrage.

Es sind folgende Anordnungen möglich:

1. *Betrieb durch Gleichstrommotoren*
(zulässig bis 1000 Volt Spannung für die Motoren).

I. Direkte Erzeugung von Gleichstrom in den Kraftstationen.
II. Erzeugung von Wechsel- oder Drehstrom in den Kraftstationen und Umformung durch rotierende Umformer in Gleichstrom.
   a) Die Umformer befinden sich längs der Strecke stationär.
   b) Die Umformer befinden sich im Zuge.

2. *Betrieb durch Drehstrommotoren.*

I. Direkte Erzeugung des Drehstromes in den Kraftstationen mit der erforderlichen Motorenspannung.
II. Erzeugung des Drehstromes mit höherer Spannung und Veränderung dieser auf die Motorenspannung durch Transformatoren.
   a) Die Transformatoren befinden sich längs der Strecke stationär.
   b) Die Transformatoren befinden sich im Zuge.

Der Vollständigkeit halber möge erwähnt werden, dass eine Verbindung von Gleichstrom- und Wechselstrommotoren zum Antrieb unter Zuhilfenahme von Akkumulatoren im Jahre 1896 von den Firmen *Schuckert* und *Siemens und Halske* erörtert wurde. Für unsere Zwecke kommt diese Anordnung nicht in Frage.

Einige der oben angeführten Systeme, besonders die Gleichstromsysteme mit rotierenden Umformern, bedingen bei normaler Fahrt im Vergleich zu den Drehstromsystemen grössere Energieverluste in den rotierenden Umformern.

Es dürfte daher zweckmässig sein, vor dem Eingehen auf die einzelnen Systeme, das in diesem Aufsatz nur, soweit es zur Leitungsbeurteilung erforderlich ist, erfolgt, den Einfluss höheren Energieverbrauches auf die gesamten Betriebskosten der Bahnlinie zu untersuchen.

Da Gleichstrommotoren besonders zur Zeit der Zugbeschleunigung wirtschaftlicher arbeiten als Drehstrom-



motoren, so braucht nicht der ganze Mehrbedarf infolge der Verluste im rotierenden Umformer dem Gleichstrom zur Last gelegt, sondern es kann davon ein gewisser Abzug gemacht werden. Schnell laufende Einankerumformer für eine Leistung von 500 bis 800 Kilo-Watt lassen sich heute mit einem Nutzeffekt von 0,94 bauen.

Der Verlust in dem erforderlichen Transformator soll nicht in den Vergleich gezogen werden, da er auch bei dem Drehstromsystem II a und b, das das weitaus wahrscheinlichere ist, auftritt. Desgleichen sollen die geringe Erhöhung des Kraftbedarfes infolge des durch den Umformer vermehrten Gewichtes des Motorwagens nicht berücksichtigt werden, da anzunehmen ist, dass sich für den genannten Zweck und die erforderliche Leistung vierpolige, vielleicht sogar zweipolige Umformer bauen lassen, die infolge ihrer hohen Tourenzahl — 1500 bezw. 3000 bei 50 Perioden, 900 bezw. 1800 bei 30 Perioden — ein verhältnismässig geringes Gewicht, wahrscheinlich weit unter 8000 kg, erhalten werden, das teilweise durch das kleinere Gewicht der Gleichstrommotoren wieder ausgeglichen wird.

Unter Berücksichtigung des erwähnten ökonomischeren Arbeitens der Gleichstrommotoren soll ein Mehrverbrauch von 5 % an Energie für die Umformersysteme im Vergleich zu den Drehstrommotorsystemen angenommen werden.

Bei der weiter vorn angenommenen elektrischen Vollbahn mit stündlicher Zugfolge fahren über den Kilometer Streckenlänge 11 700 Züge jährlich. Die Fahrdauer über 1 km beträgt bei einer Geschwindigkeit, wie angenommen, von 125 km pro Stunde 28,8 Sekunden. Der Kraftbedarf an den Treibradumfängen beläuft sich (vgl. vorn) auf $690 \text{ PS} = \frac{690 \times 0{,}736}{0{,}91} = 560$ Kilo-Watt, gemessen an den Klemmen der Motoren. Pro Kilometer Strecke und pro Jahr werden demnach gebraucht:

$$\frac{560 \times 28{,}8 \times 11700}{3600} = 52\,500 \text{ Kilo-Watt-Stunden.}$$

Benötigt nun ein Umformersystem 5 % mehr und kostet die Kilo-Watt-Stunde in Anbetracht der grossen Kraftzentralen und der langen jährlichen Betriebsdauer loco Zug 6 Pf., so erhöhen sich die kilometrischen jährlichen Ausgaben um $52\,500 \times 0{,}05 \times 0{,}06 = 158$ M., das ist weniger als 1 % der zu erwartenden jährlichen Ausgaben.

Selbst ein Verlust im Umformer von 10 % würde demnach keinen nennenswerten ungünstigen Einfluss auf die Rentabilität der Bahnanlage haben.

Glaubt man also, durch ein Umformersystem erhebliche Betriebsvorteile, Vereinfachungen, grössere Sicherheit o. dgl. zu erhalten, so soll man sich durch den geringen Mehrverbrauch an elektrischer Energie nicht abhalten lassen.

Diese Thatsache bietet zur Beurteilung der vorgenannten Systeme, sowie der Leitungsfrage ganz neue Gesichtspunkte.

Vor allem erweitert sie die Aussichten der Gleichstrommotoren für Verwendung bei Vollbahnen. Gelingt es, erprobte Konstruktionen hiervon auf den Markt zu bringen, die in Bezug auf mechanische Haltbarkeit den Vollbahnanforderungen genügen, so dürfte der Drehstrommotor keineswegs ohne weiteres der herrschende Vollbahnmotor werden. Man rechnet wohl dem letzteren als einen Vorzug an, dass er unter allen Verhältnissen eine gleichbleibende Tourenzahl entwickelt. Ich glaube aber, man macht dabei aus der Not eine Tugend. Man stelle sich vor, es käme heute eine neue Dampflokomotive auf den Markt, die in Bezug auf Oekonomie, ruhigen Gang u. s. w. die vorhandenen Konstruktionen überflügelt, und als Charakteristikum besitzt, dass sie zwar unter erheblichen Energieverlusten langsam laufen, unter keinen Umständen aber über die Normalgeschwindigkeit hinaus kann. Ich glaube kaum, dass ein Eisenbahntechniker diese Lokomotive einführen würde. Genau in der Lage befindet sich aber die Drehstromvollbahnlokomotive. Unter keinen Umständen kann sie über die Geschwindigkeit, die der Periodenzahl der Zentralanlage entspricht, hinausgehen. Jede Lokomotive besitzt ihre Normalgeschwindigkeit, die sie zwar mit Hilfe von energieverzehrender Widerstandsdrosselung für kurze Zeit vermindern, nie aber erhöhen kann. So ergibt sich, dass je ein Lokomotivwagentypus für Schnellzüge, Personenzüge und Güterzüge geschaffen werden müsste, überhaupt jede aus der Neigung der Strecke oder aus anderen Verkehrsrücksichten erforderliche längere Zeit anhaltende Geschwindigkeit erfordert einen eigenen Lokomotivtypus, will man nicht für diese Strecken Periodenumformer einführen. Ganz ausgeschlossen ist bei Verwendung von Drehstrommotoren, dass ein Zugführer eine Verspätung einholen könnte, und allein dieser Punkt enthält schon einen schweren Vorwurf gegen den Drehstrommotor.

Jede Gleichstromlokomotive hat auch noch insofern eine bedeutende Ueberlegenheit über die Drehstromlokomotive, als es bei ihr mit Hilfe verschiedener Schaltung der Gleichstrommotoren in der einfachsten Weise möglich ist, bei verringerter Geschwindigkeit, z. B. beim Anziehen, erheblich höhere Zugkräfte bei der gleichen Primärleistung der Kraftstation wie bei Drehstromlokomotiven auszuüben. Die bei den Anlagekosten der Kraftstationen eine erhebliche Rolle spielenden stossweisen Erhöhungen der Leistung beim Anfahren der Züge sind also bei Anwendung von Gleichstrommotoren erheblich niedriger als bei Anwendung von Drehstrommotoren. Befindet sich dann noch der Drehstrom (oder Wechselstrom) = Gleichstromumformer auf der Lokomotive selbst, so lässt sich durch die gleichzeitige Anwendung der Serienparallelschaltung der Gleichstrommotoren und der sogen. *Leonard*'schen Schaltung eine geradezu ideale Abschwächung der Stösse und eine ganz erhebliche Energieersparnis während der Anfahrperiode erzielen.

Diese Energie- und Anlagekostenersparnis kann bei Bahnen mit dicht aufeinander folgenden Stationen, z. B. der Berliner Stadtbahn, zahlreichen Vorortbahnen, geradezu entscheidend für die Einführung eines Drehstrom-Gleichstromumformersystems mit auf der Lokomotive befindlichem Umformer werden. (Eine Anwendung speziell auf die Verhältnisse der Berliner Stadtbahn behält sich der Verfasser für einen besonderen Aufsatz vor.)

Aus diesen kurzen Bemerkungen kann natürlich kein Urteil über die endgültige Brauchbarkeit des einen oder anderen der oben angegebenen Systeme herausgezogen werden; das lässt sich lediglich auf dem Wege praktischer Versuche thun. Soviel dürfte aber feststehen, dass die Versuche sich unter allen Umständen auch auf die Umformersysteme erstrecken müssen.

Bezüglich der Leitungsanlage ergibt sich nun aus diesen Betrachtungen folgendes:

Denkbar ist sowohl eine Anlage mit dritter Schiene als mit Oberleitung. Erstere ist nur möglich bei verhältnismässig niedriger Spannung des Betriebsstromes. Sie erschwert ferner, zumal bei Anlage von zwei oder drei Schienen für Drehstromzuführung, die Anordnung und Uebersichtlichkeit auf Bahnhofs- und Rangieranlagen erheblich. Sie dürfte vielleicht auch merklich teurer werden als eine geeignete Oberleitung. Nun ist aber nach dem heutigen Stand der Dinge wahrscheinlich, dass sich die erforderliche Energie viel leichter mittels Hochspannung als mittels Niederspannung in den Zug hineinbringen lässt. 600 Kilo-Watt machen weniger Schwierigkeiten an den Kontaktstellen, wenn sie mit 100 Ampère bei 6000 Volt, als wenn sie mit 1000 Ampère bei 600 Volt zugeführt werden. 6000 Volt in einer dritten Schiene sind aber für unseren Eisenbahnbetrieb ganz undenkbar, wohl aber kann man sie sich mittels einer Oberleitung zugeführt denken, die wegen des eigenen Bahnkörpers und der grossen Kurvenradien wohl für eine derartige oder vielleicht für noch höhere Betriebsspannung gebaut werden kann. Diese Umstände machen es wahrscheinlich, dass die Stromzuleitung für ausgedehnte Vollbahnstrecken eine oberirdische sein wird.

Ob es sich dabei um drei oberirdische Drähte für Drehstrom handeln wird, oder ob ein Draht von diesen durch die Schiene ersetzt werden kann, das sind Fragen, die nur der praktische Versuch entscheiden kann. Ebenso muss die Art der Stromabnehmer und die Anordnung der Leitungen, ob seitlich oder oberhalb der Wagen, für die in Frage kommenden Geschwindigkeiten noch praktisch erprobt werden. Auch kann die schwierige Weichenfrage nur auf der Versuchsstrecke gelöst werden.

IV. Versuchsprogramm.

Zum Schluss seien daher noch einige kurze Andeutungen über die Art der Versuche, besonders der Vorversuche gemacht.

Das prinzipiell Neue und zuerst zu Entscheidende ist das Verhalten von Kontaktflächen, die mit Geschwindigkeiten von 25 bis 40 m pro Sekunde an stabförmigen metallischen Leitern entlang gleiten, bei Strömen von etwa 20 bis 150 Ampère und Spannungen von 2000 bis 10000 Volt.

Die wirkungsvollste Lösung dieser Frage scheint die Erbauung einer Versuchsstrecke von genügender Länge mit entsprechenden maschinellen Einrichtungen zu sein. Ich glaube jedoch nicht, dass schon heute eine Eisenbahnverwaltung, geschweige denn eine Privatfirma, die Mittel dazu, die sich schätzungsweise auf mindestens eine Million Mark belaufen dürften, hergeben würde. Es ist daher nötig, möglichst billige und instruktive Vorversuche anzustellen, um auf Grund von deren Ergebnissen sich über die Aussichten und Zweckmässigkeit der Verwendung weiterer Mittel klar zu werden.

Diese Versuche lassen sich in zwei Abteilungen, in der Werkstatt und auf der Strecke, folgendermassen anstellen:

a) *Vorversuche in der Werkstatt.*

Diese sollen dazu dienen, in erster Linie das Auftreten von Feuererscheinungen an den Kontaktflächen, sowie deren Erhitzung bei Verwendung verschiedener Materialien und Pressungen, sodann auch angenähert die Wirkung kurzer Stösse auf das Funken und Entgleisen bezw. Abschnellen der Stromabnehmer zu studieren.

Zu diesem Zwecke ersetzt man die Oberleitung durch Ringe aus Kupferdraht oder Stabkupfer, die mittels Porzellan- oder Glimmerisolation auf einer genügend grossen hölzernen Riemenscheibe befestigt sind. Für diese genügt ein Durchmesser von etwa 4 m. An diese grossen ringförmigen kupfernen Schleifleitungen kann man dann Stromabnehmer verschiedener Form anlegen, durch die man den Schleifleitungen Stromstärken unter entsprechenden Spannungen entführt. Die Tourenzahl der Riemenscheibe müsste bis auf 200 Touren pro Minute gesteigert werden können, entsprechend einer Schleifgeschwindigkeit von etwa 150 km pro Stunde oder etwa 42 m pro Sekunde. Die dabei verwendeten Materialien dürften bei geeigneter Konstruktion eine derartige Umfangsgeschwindigkeit noch sicher zulassen.

Mit diesem billigen und einfachen Apparat lassen sich folgende Versuche anstellen:

1. Variation der Stromstärken und Spannungen.
2. Variation der Schleifmaterialien.
3. Variation der Anpressungen.
4. Messung der Erhitzung.
5. Schmierung der Kontaktflächen.
6. Anwendung von Rollen zur Stromabnahme von verschiedenem Durchmesser und Kontrolle ihrer Tourenzahl bezw. ihres relativen Gleitens bei hohen Geschwindigkeiten.
7. Anwendung verschiedener Formen von Gleitstücken und Stromabnehmerarmen.
8. Anbringung kleiner Unebenheiten auf den Schleifleitungen zur Untersuchung des Entgleisens der Stromabnehmer und des Funkens, Parallelschalten mehrerer Stromabnehmer auf eine Leitung.
9. Exzentrische Lagerung der hölzernen Riemenscheibe oder exzentrische Anbringung der Schleifleitungen zur Nachahmung der Wirkungen des Drahtdurchhanges.
10. Lagerung der Schleifleitungen auf der Oberfläche der Scheibe in Winkeln parallel zur Oberfläche der Riemenscheibe, zur Nachahmung der Wirkungen von Kurvenecken.

b) *Vorversuche auf der Strecke.*

Nachdem aus diesen Vorversuchen eine Reihe von Eindrücken über die Wirkung der hohen Geschwindigkeit gesammelt ist, kann man zur Einrichtung einer mehrere Kilometer langen Oberleitungsstrecke schreiten.

Es würde schon einen vorläufigen Fortschritt bedeuten, wenn die Versuche hierauf vorläufig ohne Verwendung von Elektrizität an den Schleifstellen lediglich zur Untersuchung der mechanischen Einwirkungen zwischen Leitung und Stromabnehmer angestellt werden. Es würde sich dann darum handeln, einen für Geschwindigkeiten von 100 bis 110 km benutzbaren Wagen mit dieser Geschwindigkeit fort zu bewegen und auf seinem Dache 1 bis 3 Stromabnehmer anzubringen, die mittels Schleifstückes, Bügel oder Rolle an den Leitungen entlang gleiten. Am einfachsten und billigsten nimmt man hierfür einen Drehgestellwagen und lässt diesen durch eine gut ausbalanzierte Lokomotive fortbewegen.

Die Länge der Oberleitung würde zweckmässig 2,5 bis 3 km betragen und auf einer wenig befahrenen Strecke mit bestem Oberbau auszuführen sein, um die durchaus erforderlichen Geschwindigkeiten von über 100 km zu erlauben.

Die Oberleitung selbst dürfte auf Grund der ersten Vorversuchserfahrungen am besten gleich so ausgeführt werden, dass sie, nachdem eine Reihe von Erfahrungen über die mechanischen Einwirkungen zwischen Leitung und Stromabnehmer gesammelt sind, unter Spannung (bis 10000 Volt) gesetzt werden kann. Man wird bezüglich der Befestigung der Isolatoren und der Leitung an diesen, der Form der Stromabnehmer, der Möglichkeit des Durchfahrens von verstellbaren Luftweichen u. s. w. auch ohne Elektrizität in den Leitungsdrähten genügende Erfahrungen sammeln und diese auf die mechanische Verbesserung von Luftleitung und Stromabnehmer anwenden können.

Alsdann käme als weiterer Schritt das Unterspannungsetzen der Leitung mit verschiedenen Spannungen und Stromstärken, ähnlich den ersten Vorversuchen. Um diese Versuche zu vereinfachen, könnte man vorläufig von einem Hineinführen der Hochspannung in den Versuchszug absehen und sowohl Stromerzeuger wie Stromverbraucher neben der Linie feststehend anordnen. Zwei der drei Leitungsdrähte würden dann durch die oberhalb des Wagens elektrisch verbundenen Stromabnehmer zu einem Teil der Verbindungsleitung einer Phase zwischen Stromerzeuger und Stromverbraucher gemacht werden und der von letzterem in der einen Phase verbrauchte Strom die Kontaktleitungen und Stromabnehmer des Versuchswagens passieren, von dem aus man dann die Funkenbildung u. s. w. studieren kann. Man wird hierbei abwechselnd ein und zwei Stromabnehmer pro Leitung anwenden, um den Unterschied in der Funkenbildung für beide Fälle kennen zu lernen. Ferner kann man eine ähnliche Schaltung für die zweite Phase zwischen der dritten Leitung und der Schiene anwenden, um so einmal zwischen zwei Kontaktleitungen volle Spannungsdifferenz zu haben, und dann auch den induktiven Einfluss auf Telegraphen-, Telephon- und Signalleitungen zu studieren. Hierbei wird man die Periodenzahl ungefähr zwischen 25 und 50 pro Sekunde variieren.

Ausserdem wird man auf dieser Strecke die Einwirkung des Lokomotivrauches auf die Isolation der Kontaktleitungen feststellen können.

Aus diesen drei Gruppen von Versuchen dürfte sich die Möglichkeit oder Unmöglichkeit oberirdischer Stromzuleitung für hohe Spannungen und hohe Geschwindigkeiten ergeben. Ist die Möglichkeit bewiesen, so werden die gesammelten Erfahrungen genügen, um für eine längere Strecke eine zwar noch verbesserungsfähige, immerhin aber von vornherein brauchbare und betriebssichere Oberleitung zu entwerfen.

c) *Praktische Betriebsversuche auf der Strecke.*

Hiermit ist ein erster, sehr wichtiger Schritt zu dem vorgesteckten Ziel der Lösung der elektrischen Vollbahnfrage gemacht, der die Aufwendung grösserer Geldmittel für die weiteren Versuche rechtfertigt. Diese wird man dann zur Lösung der zweiten Schwierigkeit verwenden und verschiedene Formen von Motoren und Systemen erproben. Hierzu wird sich am besten eine kürzere Verbindungsstrecke zwischen zwei benachbarten grösseren Städten eignen.

Als zu erreichendes Ziel, ein Gelingen der Motorvorversuche vorausgesetzt, sei die Herstellung eines besonderen Geleises für den Lokalverkehr zwischen beiden Städten gedacht. Es gibt in Deutschland eine Reihe von Strecken mit einer Ausdehnung von 20 bis 40 km, die wohl eine elektrische Vollbahn als rentabel erscheinen



lassen; und zwar würde es sich empfehlen, vorerst eine Strecke zu nehmen, die keinen Vorortverkehrscharakter besitzt, um infolge der geringen Zahl von Haltestellen eine grössere Maximalgeschwindigkeit zu erreichen.

Zweckmässig würde dann die Oberleitung mit drei Drähten ausgerüstet werden, um alle denkbaren Systeme durchproben zu können. Die Versuche wären dann vielleicht so einzuleiten, dass zuerst eine kürzere Strecke des beabsichtigten Lokalverkehrgeleises, etwa 5 bis 6 km, ausgebaut werden, um auf dieser verschiedene Lokomotivwagentypen auszuproben. Folgende Fälle sind hierbei zu untersuchen:

a) Drehstromzuführung, Drehstrommotoren.

b) Drehstromzuführung, Gleichstrommotoren, Umformer auf dem Zuge.

c) Einphasen-Wechselstromzuführung, Gleichstrommotoren, Umformer auf dem Zuge.

d) Gleichstromzuführung, Gleichstrommotoren, Umformer längs der Strecke.

e) Luftwiderstandsmessungen. Versuche mit verschieden gestalteten Vorderteilen.

Die Versuche a) und b) kommen unter allen Umständen zur Ausführung. Hierbei ist besonders erforderlich, den Energieverbrauch beider Systeme während des Anfahrens und der freien Fahrt zu vergleichen, sowie das Verhalten und die Beanspruchung der Kraftstation bei Drehstrom- und Gleichstrommotoren während des Anfahrens zu beobachten. Die Lokomotivwagen werden zweckmässig mit unelastischen und elastischen Achsenmotoren, sowie mit Vorgelegemotoren ausgerüstet, und diese Verschiedenheit auch bei Einführung des definitiven elektrischen Betriebes auf der ganzen Strecke so lange beibehalten, bis sich ein zweifelsfreies Urteil über die Vorteile und Nachteile der verschiedenen Einbauarten erreichen lässt.

Das System c) wäre zu untersuchen, wenn sich, was leicht möglich, die Anordnung der Weichen für zwei oder drei Luftleitungen als nicht betriebssicher erweist. Dem Vorteil von nur einer (oder zwei) Stromzuführungen steht das ungünstige Verhalten des Einphasenmotors bei Ueberlastungen gegenüber; immerhin bleibt abzuwarten, wie sich Drehstromluftweichen verhalten werden.

Die Versuche d) schliesslich kämen in Frage, wenn sich Luftleitungen nicht bewähren sollten, und auch für den Fernbahnbetrieb die dritte Schiene erforderlich wäre.

Die Versuche e) sind ausserordentlich wichtig und durch verschiedene Gestaltung des Lokomotivwagenkastens leicht zu erreichen.

Es ist nach den bisherigen Leistungen der deutschen Elektrotechnik nicht im mindesten daran zu zweifeln, dass umfassende, planmässige, ausdauernde und gründliche Versuche, gemeinschaftlich mit den erforderlichen Geldmitteln und allseitigem Entgegenkommen ausgestattet, schliesslich zu einem brauchbaren Resultate führen werden.

Die bisher in Amerika und Frankreich angestellten Versuche haben sich, so interessant sie an sich sind, und so sehr die Erfahrungen mit den *Heilmann*'schen Lokomotiven bezüglich des Verhaltens der Motoren weiter benutzt werden können, doch dadurch den Weg zum Erfolg erschwert, dass sie von vornherein sich auf ein System festlegten, und besonders schon während des Versuchsstadiums in den normalen Eisenbahnbetrieb einsprangen.

Besonders die amerikanischen Versuche sind fast durchweg nur Variationen des Vorortverkehrs.

Das oben empfohlene langsame und systematische Vorgehen dürfte manchem schwerfällig und mit unnötigem Ballast beladen erscheinen, es hat aber den grossen Vorteil, von vornherein alle Möglichkeiten ins Auge zu fassen und für den Anfang geringe Geldmittel zu erfordern. Die insgesamt erforderlichen Kosten dürften sich schätzungsweise wie folgt zusammensetzen:

I.	Vorversuche in der Werkstatt einer elektrischen Firma oder anschliessend an ein geeignetes Elektrizitätswerk zur Vermeidung der Anschaffungskosten eigener elektrischer Maschinen (Dauer 3 Monate)		30 000 M.
II.	Vorversuche auf der Strecke zur Feststellung der mechanischen Einwirkungen zwischen Oberleitung und Stromabnehmer; Untersuchung verschiedener Stromabnehmerformen bezüglich des Entgleisens; einschliesslich leihweiser Ueberlassung einer geeigneten Eisenbahnstrecke, einer Lokomotive und eines Wagens (Dauer 5 Monate)		70 000 „
III.	Vorversuche anschliessend an II. mit unter Spannung gesetzten Leitungen (2 Monate)		40 000 „
IV.	Versuche auf dem ersten Ausbau von 5 km eines künftigen Betriebsgeleises (ohne die Kosten des Geleises) (Dauer 2 Jahre)		
	Drei verschiedene Versuchslokomotiven	120 000 M.	
	Auswechselungen von Motoren u. s. w.	60 000 „	
	5 km Oberleitung mit Variationen	80 000 „	
	Für Luftwiderstandsversuche	15 000 „	
	An Entschädigung für leihweise überlassene Personenwagen	30 000 „	
	An Entschädigung für eine Dampflokomotive für Aushilfsfälle	5 000 „	
	Für Messapparate u. s. w.	10 000 „	
	Personalkosten	50 000 „	
	Für Unvorhergesehenes	80 000 „	
	Summa	450 000 M.	
	Entschädigung für eine provisorische Kraftstation von 1000 PS und für Stromlieferung pro 1 PS 350 M	350 000 „	
	Summa		800 000 „
		Summa	940 000 M.

Rechnet man hierzu noch als Kosten für ein leitendes Bureau auf etwa 3 Jahre, sowie für Reisekosten und Studien einer vorbereitenden Kommission 160000 M., so ergibt sich als Gesamtkosten der Versuche die Summe von 1,1 Millionen Mark.

In Anbetracht der grossen Wichtigkeit der Frage elektrischer Vollbahnen und der ausserordentlichen Kapitalien, die von den beteiligten Kreisen, den Eisenbahnverwaltungen und den Elektrizitätsfirmen festgelegt und an der Lösung dieser Frage stark interessiert sind, dürfte die Aufbringung einer Summe, wie der obigen, für Versuche nicht schwer fallen.

Weit entfernt davon, dass die vorstehenden Erörterungen als grundlegend für die Einleitung derartiger Versuche angesehen werden sollen, wünscht der Verfasser vielmehr lediglich, durch seine Ausführungen zu weiteren Erörterungen, zur Kritik und zu neuen Vorschlägen den Anstoss zu geben.

Das Interesse und die Beteiligung der breitesten technischen und nationalökonomischen Oeffentlichkeit, in vorsichtiger Weise auch des nichttechnischen Publikums, ist durchaus notwendig, um der Frage der elektrischen Vollbahnen das Gewicht zu verschaffen, das erforderlich ist, um gründliche und von Einseitigkeit freie Massregeln zur Lösung einer für den wirtschaftlichen Fortschritt einschneidenden Frage durchzudrücken.

Kleinere Mitteilungen.

Berg- und Hüttenindustrie im Ural.

Nach amtlichen Angaben der russischen Zeitschrift *Westnik Finanzow* ist in allen Zweigen des Bergbaues und der Hüttenindustrie im Ural ein Stillstand oder gar ein Rückschritt zu verzeichnen. Nur in der Eisenindustrie sind im letzten Jahrzehnt merkbare Fortschritte erzielt worden und zwar wurden gewonnen:



1890 . . .	27 703 679 Pud	(453 786 t)	Roheisen
1891 . . .	29 923 510 „	(490 147 t)	„
1892 . . .	30 622 281 „	(501 593 t)	„
1893 . . .	30 919 136 „	(506 456 t)	„
1894 . . .	31 128 949 „	(509 892 t)	„
1895 . . .	33 100 129 „	(542 180 t)	„
1896 . . .	35 626 726 „	(583 566 t)	„
1897 . . .	40 880 138 „	(669 617 t)	„
1898 . . .	42 678 852 „	(699 080 t)	„
1899 . . .	43 332 936 „	(709 793 t)	„

Der durchschnittliche Jahresertrag betrug im zehnjährigen Zeitraum 34 600 000 Pud (566 748 t). Solange die Eisenindustrie im Ural Holz als Feuerungsmaterial benutzt, wird auch diese Industrie sich nicht frei entwickeln können. Im Ural sind noch wenig Eisenbahnen erbaut, dadurch ist die Beschaffung von Steinkohle und Naphta mit grossen Schwierigkeiten verbunden.

Auch die Kupferproduktion ist stark zurückgegangen. Während in früheren Jahren Kupfer in bedeutenden Mengen ausgeführt wurde, werden jetzt etwa 1 Million Pud (16 380 t) Rohkupfer und Kupferfabrikate eingeführt. Im Ural bestehen zur Zeit nur vier Kupferwerke. Es wurden gewonnen:

1890	173 300 Pud	(2838,65 t)
1891	174 400 „	(2856,67 t)
1892	183 700 „	(3009,00 t)
1893	174 900 „	(2865,86 t)
1894	145 800 „	(2388,20 t)
1895	151 500 „	(2481,57 t)
1896	167 500 „	(2743,65 t)
1897	151 500 „	(2481,57 t)
1898	177 200 „	(2902,54 t)
1899	260 000 „	(4258,80 t)

Die Zunahme im Jahre 1899 ist auf die seit 2 Jahren bestehende Preissteigerung zurückzuführen.

Auch in der Goldgewinnung ist ein Stillstand zu verzeichnen. Die vorhandenen Goldfelder sind fast ausgearbeitet, man ist daher gezwungen, Gold auf chemischem Wege zu gewinnen. Bisher haben vier Fabriken diese Methode der Goldgewinnung eingeführt. Die Goldausbeute betrug:

1890	642 Pud	24,5 Pfd.	(10 525,993 kg)
1891	704 „	39,0 „	(11 547,491 „)
1892	751 „	3,7 „	(12 302,895 „)
1893	734 „	29,0 „	(12 034,796 „)
1894	647 „	— „	(10 597,860 „)
1895	594 „	12,0 „	(9 734,634 „)
1896	584 „	5,0 „	(9 567,967 „)
1897	621 „	17,0 „	(10 178,942 „)
1898	611 „	38,9 „	(10 024,111 „)
1899	643 „	28,0 „	(10 543,808 „)

Es muss bemerkt werden, dass im allgemeinen in der Goldgewinnung Russlands ein Stillstand zu verzeichnen ist. Während im verflossenen Jahrzehnt die Weltproduktion um 16,3 % stieg, verharrte die Produktion Russlands auf 2400 Pud (39 312 kg) jährlich.

Obgleich im Ural etwa 95 % des Weltverbrauchs an Platin gewonnen werden, steigt die Produktion nur sehr langsam. Der Preis für 1 Pud Platin beträgt jetzt 14 000 Rubel (etwa 183 760 M. für 100 kg), die Produktionskosten stellen sich auf etwa 7000 Rubel für 1 Pud (etwa 91 880 M. für 100 kg).

Es wurden gewonnen:

1890	173 Pud	26 Pfd.	(2844,387 kg)
1891	258 „	25 „	(4236,278 „)
1892	279 „	7 „	(4572,886 „)
1893	311 „	12 „	(5099,094 „)
1894	318 „	— „	(5208,840 „)
1895	269 „	20 „	(4414,410 „)
1896	301 „	— „	(4930,380 „)
1897	341 „	39 „	(5601,551 „)
1898	363 „	21 „	(5954,540 „)
1899	366 „	26 „	(6005,727 „)

Auch in der Salz- und Steinkohlengewinnung hat man nur unbedeutende Fortschritte erzielt.

Es wurden gewonnen:

	Salz		Steinkohle	
1890	18 000 000 Pud	(294 840 t)	15 200 000 Pud	(248 976 t)
1891	16 300 000 „	(266 994 t)	15 000 000 „	(245 700 t)
1892	17 300 000 „	(283 374 t)	15 300 000 „	(250 614 t)
1893	17 100 000 „	(280 098 t)	16 000 000 „	(262 080 t)
1894	17 700 000 „	(289 926 t)	17 000 000 „	(278 460 t)
1895	17 200 000 „	(281 736 t)	15 700 000 „	(257 166 t)
1896	16 500 000 „	(270 270 t)	20 000 000 „	(327 600 t)
1897	15 800 000 „	(258 804 t)	22 600 000 „	(370 188 t)
1898	17 900 000 „	(293 202 t)	20 400 000 „	(334 152 t)
1899	21 100 000 „	(345 618 t)	21 200 000 „	(347 256 t)

Der Gesamtwert der Erzeugnisse des Berg- und Hüttenwesens im Ural wird auf 68,5 Millionen Rubel oder etwa 147,3 Millionen Mark jährlich veranschlagt.

Bücherschau.

Die Hochbaukonstruktionen. Handbuch der Architektur III. Teil. Lieferungsausgabe. Arnold Bergsträsser Verlagsbuchhandlung (A. Kröner) in Stuttgart. Lieferung 1. Preis 3 M.

Vor nicht zu langer Zeit war auf dem Gebiete verschiedener Hochbaukonstruktionen ein nahezu vollständiger Stillstand zu verzeichnen. Es sei nur an die unsere Räume umschliessenden Wände, an die seit Jahrhunderten üblichen Deckenkonstruktionen, an die Bauart der Gewölbe und der Treppen, sowie an die am häufigsten vorkommenden Heizeinrichtungen u. s. w. erinnert. Seit zwei Jahrzehnten indes, zum Teile sogar erst seit etwa zwei Lustren, ist auch auf diesen Gebieten eine mächtige Umwälzung eingetreten; die moderne Technik hat auch hier hervorragenden Wandel geschaffen, und fast jeder Monat, ja jede Woche, fördert eine neue Konstruktion zu Tage.

Das „Handbuch der Architektur“ war seit dem Beginn seines Erscheinens stets bestrebt, in allen seinen Teilen, also auch auf dem Gebiete der „Hochbaukonstruktionen“, auf der Höhe der Zeit zu bleiben und immer Notiz zu nehmen von dem, was die moderne Technik an Neuem und Zweckmässigem hervorbringt. In jedem Bande bezw. Hefte spiegelt sich der augenblickliche Standpunkt des Konstruktionswesens wieder! Dies mag wohl der Hauptgrund gewesen sein, weshalb rasch neue Auflagen notwendig geworden sind und einzelne Hefte nach verhältnismässig kurzer Zeit vergriffen waren. Aus dem gleichen Grunde dürfte auch die Erscheinung zu erklären sein, dass schon in diesem Augenblicke der Fachwelt von den „Hochbaukonstruktionen“ die dritte Auflage dargeboten wird.

Nicht minder mag sich der rasche Absatz der „Hochbaukonstruktionen“ aus der ganz neuen und eigenartigen Behandlungsweise erklären lassen, welche dieser Stoff — abweichend von der Behandlungsweise in anderen verwandten Lehrbüchern — im „Handbuch der Architektur“ gefunden hat. Die veraltete Stoffgruppierung nach dem Konstruktionsmaterial oder nach den Baugewerken wurde verlassen, und nur die Konstruktion als solche wurde bei der Gliederung der Gesamtmaterie als leitender Gesichtspunkt festgehalten.

Um nun den weitesten Kreisen dieses epochemachende Werk zugänglich zu machen, hat sich die Verlagshandlung zu einer Lieferungsausgabe entschlossen, welche in 80 Lieferungen zu 3 M. erscheinen wird. Dieselbe ist reich ausgestattet und wird gegen 10 000 Abbildungen im Text und auf besonderen Tafeln enthalten. Allen Architekten und Bauingenieuren, welche das wertvolle Werk noch nicht besitzen, können wir dasselbe wärmstens empfehlen. Die erste Lieferung ist soeben erschienen; die folgenden Lieferungen werden in Zwischenräumen von 14 Tagen ausgegeben.

Immanuel Kant's **Metaphysische Anfangsgründe der Naturwissenschaft,** neu herausgegeben mit einem Nachwort: „Studien zur gegenwärtigen Philosophie der Mechanik“ von *Alois Höfler*. Dritter Band der Veröffentlichungen der Philosophischen Gesellschaft an der Universität zu Wien. Leipzig. (Pfeffer.) 1900. Preis 6 M.

Entschieden bläst aus Wien ein erquickender Luftzug durch das alte ehrwürdige Gebäude der Philosophie und erfrischt die Luft in den längst verschlossenen Räumen. Die philosophische Gesellschaft an der Wiener Universität schreitet systematisch vor; sie macht zugänglich die seltenen Werke der Klassiker, welche die Erkenntnislehre begründen. Deren Auswahl aber und die beigefügten Erläuterungen bezeichnen die neue Wendung, die eine ganze Schule verrät, ohne sie zur Schau zu tragen. Ganz richtig sagt *Ed. v. Hartmann*: ein neues philosophisches System soll nicht aus den Trümmern des alten erbaut werden, sondern muss sie alle umfassen, wie die Kambialschicht eines Baumes, dabei aber selbst aus dem Boden der Erfahrung seine Lebenssäfte schöpfen. Das, scheint uns, ist auch der Leitfaden der Wiener Philosophen. Von Herzen wünschen wir ihnen, der Flagge treu zu bleiben, die einem jeden Bekenntnis freien Zutritt eröffnet! Der neue Band bringt ein neues wertvolles Baumaterial für die Erkenntniskritik. Es ist sonderbar, wie der alte *Kant* mit dem neuen *Maxwell* übereinstimmt in den hervorgehobenen dunklen Stellen im Unterbau der Mechanik. Die Anmerkungen, die *Alois Höfler* hinzugefügt und die in sich eine selbständige Monographie bilden, modernisieren den *Kant* derart, dass dem gegenwärtigen Mechaniker das Lesen von *Kant's* Schrift (welche unangetastet wiedergegeben ist) wesentlich erleichtert wird.

P. K. v. E.

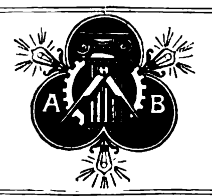
Arnold Bergsträsser Verlagsbuchhandlung (A. Kröner) Stuttgart.
Druck der Union Deutsche Verlagsgesellschaft ebendaselbst.



DINGLERS
POLYTECHNISCHES JOURNAL.

81. Jahrg., Bd. 315, Heft 44. Stuttgart, 3. November 1900.

Jährlich 52 Hefte in Quart. Abonnementspreis vierteljährlich 6 M., direkt franko unter Kreuzband für Deutschland und Oesterreich 6 M. 65 Pf., für das Ausland 7 M. 30 Pf. Redaktionelle Sendungen und Mitteilungen bittet man zu richten: An die Redaktion von „Dinglers Polytechn. Journal" in Stuttgart, die Expedition betreffende Schreiben an Arnold Bergsträsser Verlagsbuchhandlung (A. Kröner) Stuttgart.



Preise für Anzeigen: 1spaltig: 1 mm Höhe bei 48 mm Breite 10 Pf., 2spaltig (96 mm Breite): 20 Pf., 3spaltig (144 mm Breite): 30 Pf., 4spaltig (192 mm Breite): 40 Pf. Bei 6, 13, 26, 52maliger Wiederholung 10, 20, 30, 40 Prozent Rabatt. — Beilagen bis 20 Gramm 30 Mark netto. — Alleinige Annahmestelle für Anzeigen und Beilagen bei der Annoncen-Expedition Rudolf Mosse, Berlin, Stuttgart und Filialen.

Die Dampfmaschinen der Pariser Weltausstellung.

Von **Fr. Freytag**, Chemnitz.

(Fortsetzung von S. 677 d. Bd.)

Eine grössere Anzahl schnell laufender, stehender Dampfmaschinen eigenartiger Bauart hat *Emil Mertz* in Basel geliefert.

Dieselben sind in den Gruppen IV, V und VI der Maschinenhalle des Marsfeldes untergebracht.

Fig. 46 gibt ein Gesamtbild der in den Gruppen IV und V, Klasse 19 bezw. 25, ausgestellten Dampfmaschinen. Es gehören hierzu: eine zum Betreiben einer Kolbenpumpe dienende, einfachwirkende Tandemverbundmaschine mit Kondensation von 26 PS_i, eine desgleichen mit Dynamo der *Société d'Électricité Alioth* in Basel gekuppelte Maschine von 80 PS_i, eine Zwillingsverbundmaschine mit Kondensation derselben Bauart von 100 PS_i, eine einfachwirkende Vierfach-Expansionsmaschine mit Kondensation von 215 PS_i, eine vierfachwirkende Zweifach-Expansionsmaschine mit Kondensation von 125 PS_i und eine mit Dynamo der *Société Alioth* gekuppelte vierfachwirkende Dreifach-Expansionsmaschine mit Kondensation von 360 PS_i.

Fig. 46.
Gesamtbild der ausgestellten Dampfmaschinen von Mertz.

Ferner ist auf der Galerie eine hierher gehörige, mit einer Dynamo der *Société Alioth* gekuppelte, einfachwirkende

Tandemverbundmaschine von 23 PSi und in der Gruppe VI, Klasse 33, noch eine vierfachwirkende Zweifach-Expansionsschiffsmaschine von 130 PSi ausgestellt.

Fig. 47 und 48 zeigen die Bauweise der einfachwirkenden Tandemverbundmaschine.

Auf dem durch seitliche Deckel geschlossenen Hohlgestell der Maschine ist der Niederdruckcylinder *a* und unmittelbar über diesem der Hochdruckcylinder *b* von kleinerem Durchmesser als der erstere befestigt. Die Kolben a_1 b_1 beider Cylinder sitzen auf einer gemeinschaftlichen Stange, deren Abdichtung und Führung mittels Ringnuten in einer Stopfbüchse *c* des Hochdruckcylinders bezw. durch eine den unteren Teil der Stange umfassende und ebenfalls mit Ringnuten auf dem äusseren Umfange versehene Muffe *d* erfolgt, die in einer am Boden des Niederdruckcylinders angegossenen Rundführung gleitet. Ausserdem ist am unteren Ende der Kolbenstange ein aus Stahl gefertigter Kreuzkopf *e* befestigt, der sich zwischen Lappen *f* des Maschinengestelles führt. An den Enden des Kreuzkopfes *e* angreifende Lenkstangen f_1 sind mit den Armen *g* je eines Winkelhebels *g h* gelenkig verbunden, die auf zwei im Maschinengestelle drehbar gelagerte Zapfen *i* aufgesteckt sind. Die Arme *h* der Winkelhebel übertragen ihre Bewegungen mittels der Pleuelstangen *k* auf zwei um 180° zu einander versetzte Kurbelzapfen der Schwungradwelle.

Da sich die Pleuelstangen zufolge der getroffenen Anordnung stets in entgegengesetzter Richtung bewegen, werden die schädlichen Drücke, die sie auf die Lager der Kurbelwelle ausüben könnten, sich gegenseitig aufheben. Damit werden in Verbindung mit der in den Cylindern stattfindenden Dampfkompression Erschütterungen und Stösse vermieden. Die Maschine erhält einen sanften, geräuschlosen und regelmässigen Gang.

Die Kurbelwelle ruht in zwei Lagern des Maschinengestelles, sowie in einem dritten Aussenlager; sie trägt ein mit einer Riemenscheibe verschraubtes Schwungrad.

Die Dampfverteilung der beiden einfach wirkenden Cylinder regelt ein Kolbenschieber *q r v*, der von einem Exzenter der Kurbelwelle bethätigt wird. Behufs Einstellung desselben trägt die Schieberstange, wie in Fig. 47 ersichtlich, am äusseren Ende ein Schraubengewinde, über welches eine Mutter greift, die mittels zweier horizontaler Stifte mit einem zwischen Exzenter- und Schieberstange geschalteten Gelenk derart verbunden ist, dass nach Drehung der Mutter eine Ortsveränderung der Schieberstange, also auch des Schiebers, hinsichtlich der Schwingachse der Exzenterstange möglich ist.

Fig. 48.

Fig. 47. Einfach wirkende Tandemverbundmaschine von Mertz.

Der am Ende der Kurbelwelle sitzende Zentrifugalregulator (D. R. P. Nr. 86325) arbeitet mitsamt dem Steuerungsexzenter und dessen Stange in einem seitlich am Maschinengestell angeschraubten, bis auf eine gewisse Höhe mit Oel angefüllten Gehäuse.

Die Bauart und Wirkungsweise des Regulators ist bereits 1897 **303** * 56 beschrieben. Die Schwunggewichte stehen unter der Wirkung von Federn, deren Spannung und damit die Umlaufszahl der Maschine sich mittels einer besonderen Vorrichtung innerhalb gewisser Grenzen ändern lassen.



Der Regulator bethätigt mittels einer am inneren Ende kugelförmig gestalteten Stange l den unter Federwirkung stehenden Hebel m; dieser steht durch eine Lenkstange n mit der Spindel eines Drehschiebers o in Verbindung, welcher den Zutritt des Dampfes in den Schieberkasten regelt. An dem letzteren sind noch drei seitliche Stutzen angegossen, die ein senkrechtes, mit kleinen Absperrventilen t und u versehenes Rohrstück tragen.

Um die Maschine in Gang zu setzen, bringt man durch Drehen der Kurbelwelle die Arbeitskolben a_1 und b_1 der Dampfcylinder in ihre obere Totpunktlage und öffnet das Einströmventil p mittels des auf der Spindel desselben befestigten Handrades.

Der in die Maschine tretende Frischdampf gelangt durch die Schlitze des vom Regulator eingestellten Drehschiebers o über den oberen Kolben q des Verteilungsschiebers und durch den Kanal b_2 über den Kolben b_1 des Cylinders b. Um diesen Cylinder vor dem Ingangsetzen der Maschine heizen zu können, öffnet man die Ventile t und u, so dass der Dampf über den Schieberkolben r und durch den Cylinderkanal b_3 unter den Arbeitskolben b_1 treten kann; gleichzeitig strömt ein Teil des Dampfes durch den Kanal a_2 über den Kolben a_1 des Cylinders a, wie auch ferner in den durch ein Rohr mit dem Kondensator in Verbindung stehenden unteren Raum w des Schieberkastens, von hier unter den Kolben a_1 dieses Cylinders, der sonach ebenfalls angewärmt wird.

Nach erfolgtem Oeffnen der mit dem unteren Raum w des Schieberkastens in Verbindung stehenden Abdampfleitung kann das über den Schieberkolben q und r stehende Kondenswasser in den Kondensator abfliessen.

Schliesst man nunmehr die Ventile t und u und bewegt die Kurbelwelle in dem Sinne, dass sich die Arbeitskolben aus ihrer oberen toten Punktlage entfernen, so kommt die Maschine in Gang, wobei das im unteren Teile des Cylinders a angesammelte Kondenswasser durch den Kolben a_1 in den Raum w des Schieberkastens, von hier in die Abdampfleitung gelangt. Der Frischdampf tritt durch den Kanal b_2 über den Kolben b_1 und treibt diesen nach abwärts; bei der Aufwärtsbewegung desselben Kolbens gelangt der schon teilweise expandierte Dampf durch den Kanal b_2 zwischen die Schieberkolben q und r, und durch den Kanal b_3 unter den Kolben b_1 des Cylinders b_2. Beim folgenden Abwärtshube des Kolbens b_1 wirkt von neuem Frischdampf auf die obere Fläche desselben, während derjenige Dampf, welcher bereits Arbeit über dem Kolben verrichtete, und sich unter demselben befindet, durch den Kanal b_3 über den Schieberkolben r, von hier durch den Kanal a_2 über den Kolben a_1 des Cylinders a strömt, um sich in diesem nochmals arbeitsverrichtend auszudehnen. Beim Aufhube der Kolben strömt dieser Dampf gegen die untere Fläche des Kolbens a_1 in dem Cylinder a und entweicht schliesslich beim darauffolgenden Abwärtshube der Kolben in den Kondensator.

Durch den Schieberkolben v wird die obere Fläche des Kolbens a_1 der abkühlenden Wirkung des Kondensators entzogen.

Bei Auspuffmaschinen kann dieser Kolben in Wegfall kommen; der über dem Kolben a_1 wirksam gewesene Dampf entweicht dann direkt ins Freie.

Fig. 49 zeigt die Maschine in der Gesamtansicht. Auf dieser ist insbesondere noch die von der Maschine mittels Schnurscheiben und Schneckengetriebe bethätigte, zur Schmierung der Dampfcylinder dienende Oeldruckpumpe zu erkennen. — Derartige Kondensationsmaschinen werden für Leistungen bis zu 135 PS_e — bei 10 kg/qcm Dampfspannung — gebaut.

Die ausgestellte Dampfmaschine von 26 PS_i der besprochenen Bauart hat 170 bezw. 260 mm Cylinderdurchmesser und 90 mm Hub; sie läuft mit 520 minutlichen Umdrehungen. Dieselbe Maschine für 80 PS_i von 285 bezw. 425 mm Cylinderdurchmesser und 140 mm Hub entwickelt die genannte Leistung mit 425 minutlichen Umdrehungen. Die ausgestellte Zwillingsverbundmaschine mit Kondensation von 100 PS_i setzt sich aus zwei einfachwirkenden Tandemverbundmaschinen von je 240 bezw. 360 mm Cylinderdurchmesser und 120 mm Hub zusammen; die Tourenzahl beträgt 425 in der Minute.

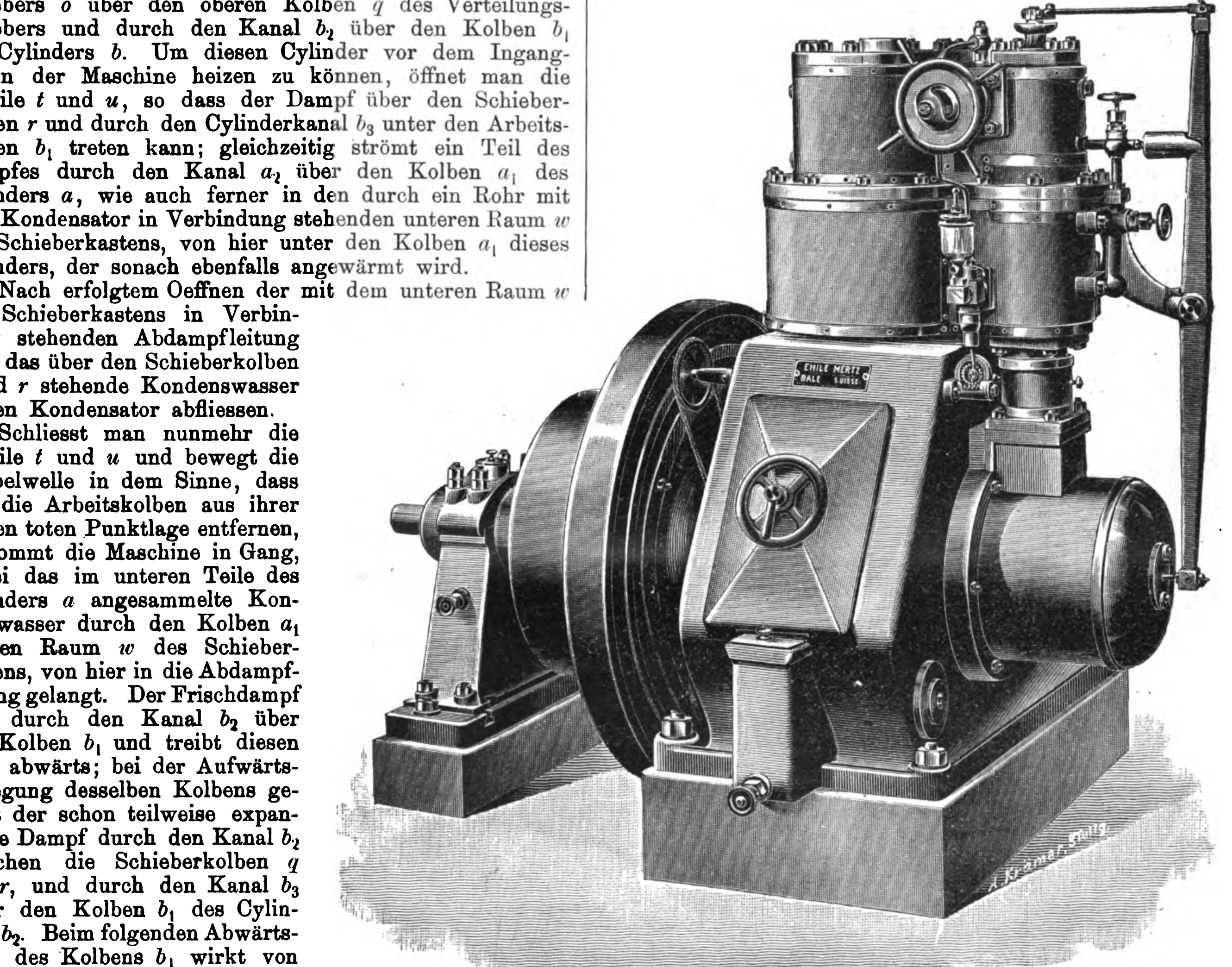


Fig. 49.
Einfachwirkende Tandemverbundmaschine von Mertz.

Fig. 50 und 51 zeigen die ausgestellte einfachwirkende Vierfach-Expansionsmaschine mit Kondensation von 215 PS_i. Sie hat zwei Paar in Tandem übereinander gesetzte, auf dem Gestell A befestigte Cylinder BC und B^1C^1 von je 315 bezw. 470 mm Durchmesser und 300 mm Hub. Die auf gemeinschaftlicher Stange sitzenden Kolben bc und b^1c^1 jeder Maschinenseite arbeiten mittels Lenkstangen dd^1 auf zwei um 180° gegenseitig versetzte Zapfen ee^1 der in vier Lagern geführten Kurbelwelle E. Diese trägt das Schwungrad V und ist beiderseits mit angeschmiedeten Scheiben f zum direkten Ankuppeln der Welle einer Dynamo, Pumpe, eines Ventilators o. dgl. versehen.

Die Hochdruckcylinder werden abwechselnd durch ein zwischenliegendes Steuerorgan D — aus zwei konzentrisch ineinander liegenden Rundschiebern bestehend, von denen der innere Expansionsschieber, Bauart *Rider*, vom Regulatorstande abhängige, veränderliche Füllungen gestattet — mit Frischdampf gespeist, während die Ausströmung des

Dampfes aus jedem dieser Cylinder und seine Einströmung in den betreffenden Niederdruckcylinder, wie auch die Dampfausströmung aus dem letzteren durch entlastete Kolbenschieber F geregelt wird.

Diese werden, wie auch die Einströmschieber D der Hochdruckcylinder von festen Exzentern der Kurbelwelle bethätigt.

Der Antrieb des zur Einstellung des Rider-Schiebers dienenden Federregulators G erfolgt durch ein konisches Räderpaar g. Der über den Regulatormuff greifende, gabelförmig gestaltete Hebel h ist auf einer wagerechten Welle i befestigt, deren anderes Ende einen Hebel l trägt, der mittels Stange mit Kugelgelenk mit dem vorstehenden Arm m einer Muffe n verbunden ist; letztere ist durch einen Stift q auf der Stange p des Rider-Schiebers befestigt. Damit dieser seine hin und her gehenden Bewegungen ausführen kann, ist die zugehörige Stange mit einem Längsschlitz für den festliegenden Stift q versehen.

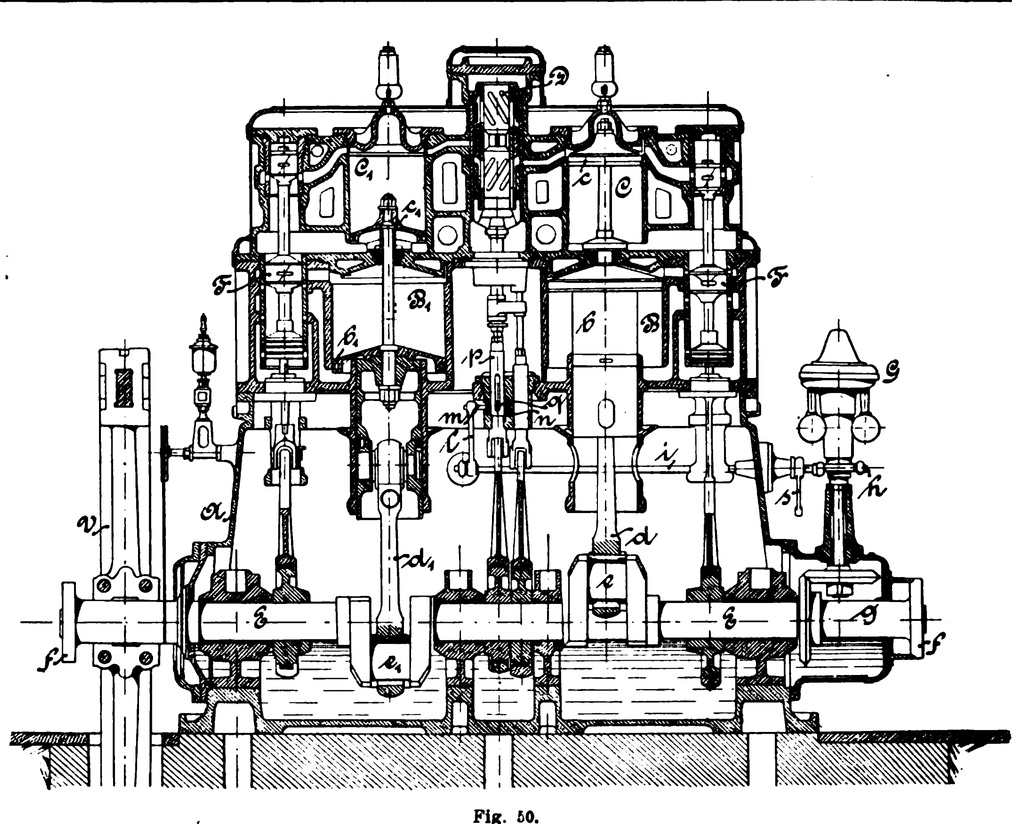


Fig. 50.
Einfachwirkende Vierfach-Expansionsmaschine mit Kondensation von Mertz.

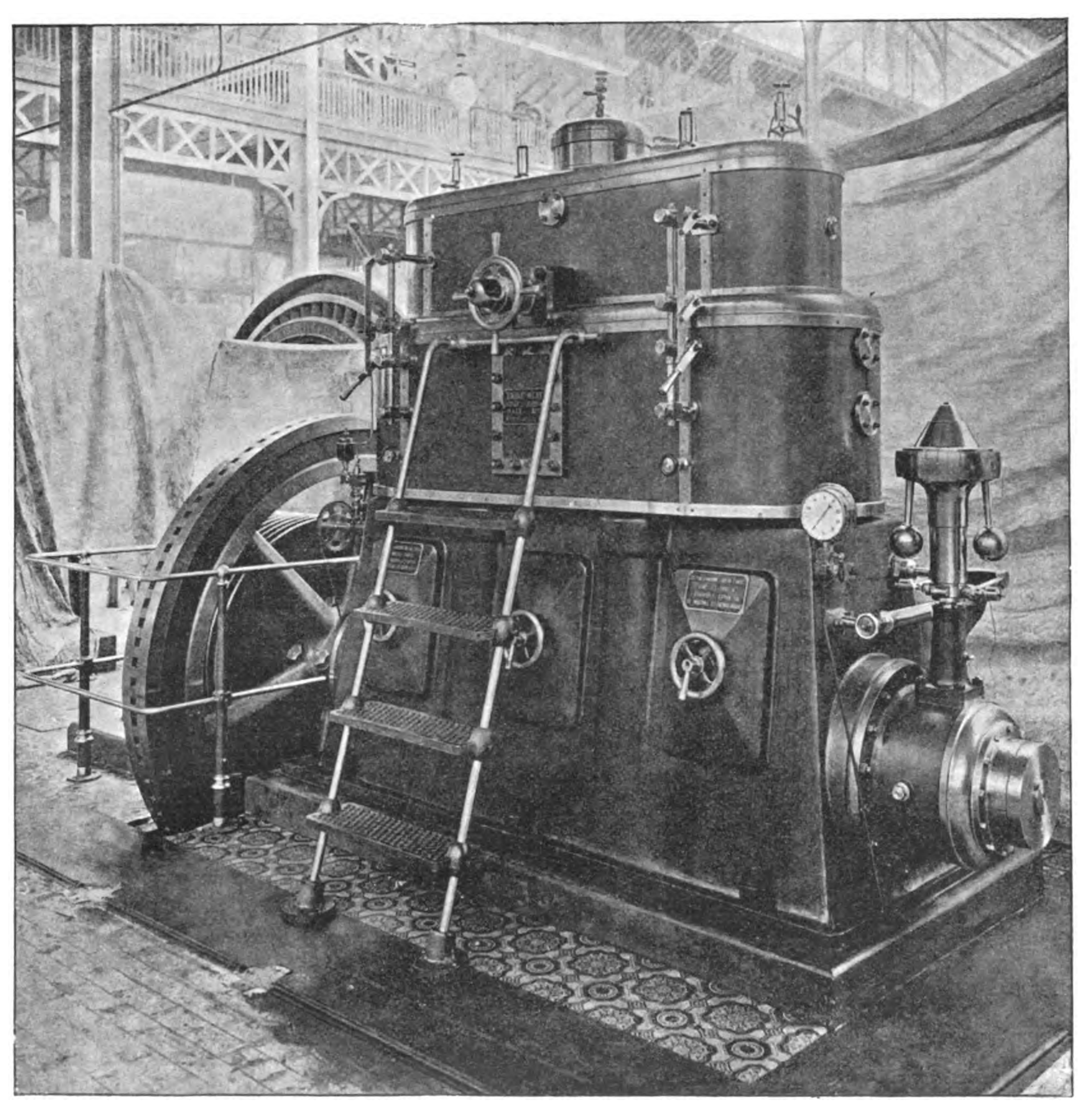


Fig. 52.
Einfachwirkende Vierfach-Expansionsmaschine mit Kondensation von Mertz.

Die durch Steigen und Fallen des Regulatormuffs hervorgerufenen Drehbewegungen der Welle i werden auf den Muff n übertragen und durch diesen dem Rider-Schieber mitgeteilt.

Der Regulator ist noch mit einer Vorrichtung versehen, welche eine Aenderung der Umgangszahl der Maschine auch während des Ganges derselben gestattet. Zu dem Zwecke befindet sich in der Büchse t (Fig. 51) eine Zusatzfeder, welche gegen eine bewegliche Stange r wirkt; letztere ist mit einem Hebel s der Welle i gelenkig verbunden. Die Spannung der Zusatzfeder kann von Hand derart geregelt werden, dass sie, zusammen mit der Spannung der Hauptfeder des Regulators, einen der jedesmaligen Geschwindigkeit der Maschine entsprechenden Wert annimmt.

Der durch das Einströmrohr L in den Schieberkasten der Expansionsschieber D tretende Frischdampf strömt durch den geöffneten Cylinderkanal über den Kolben c und treibt diesen nach abwärts, während der vordem über diesem Kolben wirksam gewesene Dampf, der sich unter



Verdichtung in den senkrecht angeordneten Strahlkondensator oder aber ins Freie.

Die Arbeitsweise der Maschine lassen unlängst abgenommene Diagramme (Fig. 54) erkennen.

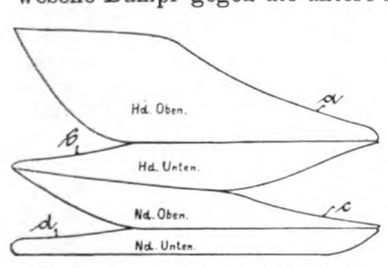
Die ausgestellte, vierfachwirkende Zweifach-Expansionsmaschine mit Kondensation von 125 PS_i zeigen Fig. 61 bis 66b. Sie hat einen Hochdruckcylinder B (s. S. 700) von 260 mm und einen Niederdruckcylinder B^1 von 390 mm Bohrung für 120 mm Hub. Die Umdrehungszahl beträgt 520 in der Minute. In dem Cylinder B bewegen sich die Kolben C und D, in demjenigen B^1 die Kolben C^1 und D^1. Dieselben werden, je nachdem der Dampf auf ihre äusseren oder inneren Flächen wirkt, einander genähert oder voneinander entfernt; sie übertragen ihre Bewegungen mittels der Pleuelstangen FF^1 auf die um 90° gegenseitig versetzten Zapfen aa^1 bezw. mittels der Stangenpaare KK^1 auf die ebenfalls um 90° gegenseitig versetzten Zapfenpaare cc^1 der Kurbelwelle H.

Zur Dampfverteilung dienen in den angegossenen Gehäusen JJ^1 untergebrachte hohle Kolbenschieber RR^1.

Der Frischdampf tritt nach Oeffnen des Einströmventils mittels des Handrades A^2 bei d in den unteren Teil des Hochdruckschieberkastens J, der durch die Kanäle fg

Fig. 51.
Einfachwirkende Vierfach-Expansionsmaschine mit Kondensation von Mertz.

dem genannten Kolben in dem jetzt als Zwischenbehälter dienenden Cylinder C befindet, behufs weiterer Expansion über den Kolben b des Cylinders B strömt. Beim Aufwärtshube gelangt der über dem Kolben c wirksam gewesene Dampf gegen die untere Fläche desselben, während der Dampf, welcher über dem Kolben b Arbeit verrichtete, nunmehr gegen die untere Fläche desselben wirkt, um schliesslich beim darauffolgenden Abwärtshube der Kolben in den mit dem Ausströmrohr N in Verbindung stehenden Raum des Schiebergehäuses zu entweichen.



a, *b*, *c* und *d* zeigen die Expansionen.
Fig. 54.

Fig. 52 zeigt die Gesamtansicht der mit 320 minutlichen Umdrehungen laufenden Maschine, die zum Betriebe von Transmissionen mit noch einer Seilscheibe versehen ist.

Zur Verdichtung des Abdampfes der Maschine dient der in Fig. 53 ersichtliche Strahlkondensator, Bauart *Mertz*. **Je nach Stellung eines vom Maschinisten mittels Handrad bethätigten Doppelsitzventils strömt der Abdampf behufs**

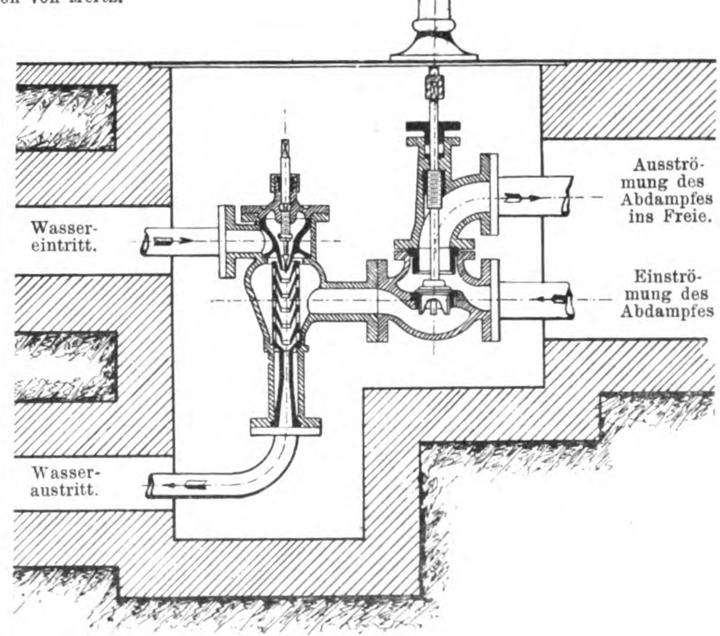


Fig. 53.
Strahlkondensator, Bauart Mertz.

mit den Enden und durch den Kanal e mit der Mitte des Cylinders B in Verbindung steht. Der Kolbenschieber R ist an seinem Umfange mit ringförmigen Kerben $h\,k\,o$ versehen, von denen die eine h die abwechselnde Verbindung der Kanäle g und e mit dem Auspuffkanal i herstellt, der mit dem zwischen den beiden Cylindern $B\,B^1$ angeordneten Zwischenbehälter L in Verbindung steht, während derjenige k durch Oeffnungen $j\,j$ mit dem Innenraum l des Hohlschiebers und abwechselnd mit den Kanälen e und f kommuniziert. Die dritte Kerbe o endlich dient zur Herstellung einer Verbindung zwischen f und einem Auspuffkanal n, der, wenn der Schieber R sich seiner unteren Endstellung nähert, wiederum mit dem Zwischenbehälter L in Verbindung kommt, während der untere Raum d des Schieberkastens J mit g kommuniziert, wenn der Schieber seine obere Endstellung nahezu erreicht hat. In gleicher Weise wird die Dampfverteilung des Niederdruckcylinders B^1 geregelt. Die Kanäle $n^1\,i^1$ des zu diesem gehörigen Schieberkastens J^1 stehen mit dem Auspuffrohr M in Verbindung.

Fig. 55.

Fig. 57.

Vierfachwirkende Dreifach-Expansionsmaschine mit Kondensation von 360 PSi von Mertz.

Die Stangen $N\,N^1$ der beiden Schieber $R\,R^1$ sind an ihren unteren Enden mit Gleitstücken R^2 verschraubt, die sich in Führungen R^3 bewegen und durch Stangen $O\,O^1$, sowie Winkelhebel $S\,S^1$ mit den Stangen $T\,T^1$ der Exzenter $U\,U^1$ verbunden. Von den letzteren ist dasjenige U^1 auf der Kurbelwelle H befestigt, während das andere lose angeordnete Exzenter U von einem Zentrifugalregulator



der Geschwindigkeit der Maschine entsprechend eingestellt wird. Der untere Teil des mit zwei abnehmbaren Deckeln R^4 versehenen Maschinengestelles A kann mit Oel angefüllt werden.

Befinden sich die Kolben der Maschine in der in Fig. 61 ersichtlichen Stellung und bewegt sich der Schieber R so

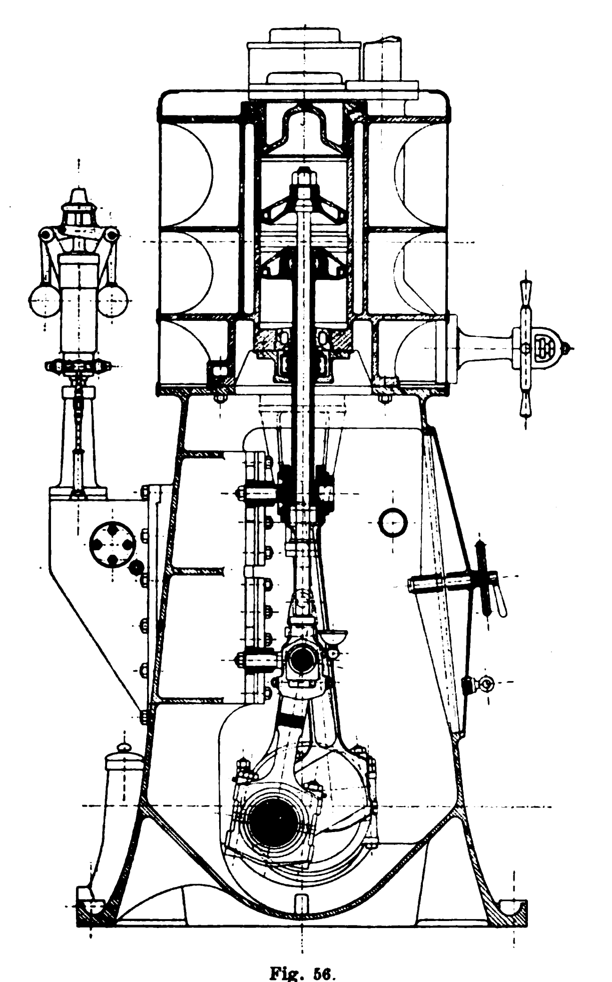


Fig. 56.
Vierfachwirkende Dreifach-Expansionsmaschine mit Kondensation von 360 PSi von Mertz.

weit nach abwärts, dass seine Kerbe k dem Kanal e gegenübersteht, so strömt frischer Dampf durch die Schieberhöhlung und die Oeffnungen j in den Kanal e zwischen die Kolben $C\,D$ und entfernt sie voneinander, während der oberhalb des Kolbens C und unterhalb des Kolbens D befindliche expandierte Dampf durch $f\,o\,n$ bezw. $g\,h\,i$ in den Zwischenbehälter L, von hier behufs weiterer Arbeitsverrichtung einerseits durch d^1 unter dem unteren Rand des Schiebers R^1 hinweg in den Kanal g^1 tritt, um auf die untere Fläche des Kolbens D^1 einzuwirken, andererseits durch $l^1 j^1 k^1$ in den Kanal f^1, um auf die obere Fläche des Kolbens C^1 zu wirken, so dass beide Kolben einander genähert werden. Der zwischen diesen Kolben befindliche expandierte Dampf entweicht durch $e^1 h^1 i^1$ in den Auspuffraum M des Schieberkastens. Wenn die beiden Kolben $C^1 D^1$ ihre Mittelstellungen erreicht haben — nach $^1/_4$ Umdrehung der Kurbelwelle H —, strömt teilweise expandierter Dampf des Zwischenbehälters L durch die Höhlung l^1 des Schiebers R^1 und die Oeffnungen j^1 desselben in den Kanal e^1 und treibt die Kolben auseinander, während der über dem Kolben C^1 und unter dem Kolben D^1 stehende Dampf nunmehr durch $f^1 o^1 n^1$ bezw. $g^1 h^1 i^1$ auspufft u. s. w. Da sich die beiden Kolben $C\,D$ oder $C^1 D^1$ der Cylinder $B\,B^1$ in entgegengesetzten Richtungen zu einander bewegen und stets gleichen Dampfspannungen ausgesetzt sind, werden die Drücke, welche sie auf die Lager der Kurbelwelle ausüben, sich gegenseitig aufheben.

An den oberen Enden der Schieberstangen befestigte Kolben a, die sich in kleinen Luftcylindern bewegen, dienen zur Abschwächung der bei dem Hubwechsel der Schieber auftretenden Stösse.

Den in das Gehäuse I der Kurbelwelle eingebauten Zentrifugalregulator veranschaulichen Fig. 58 bis 60.

Die um Zapfen $c^3 c^3$ des Gehäuses I schwingenden Gewichte $B^3 B^3$ sind durch Stangen $C^3 C^3$ mit den Armen eines auf dem Zapfen J^3 des Gehäuses befestigten Doppelhebels D^3, ausserdem durch Schraubenfedern H^3 mit einem Schwinghebel E^3 gelenkig verbunden, der in dem gabelförmigen Ende einer in dem Lager d^3 des Gehäuses I geführten Spindel F^3 befestigt ist. Letztere ist an ihrem anderen Ende mit einem Gewinde versehen, über welches ein zwischen der Führung d^3 und der Nabe e^3 des Gehäuses liegendes Schraubenrad g^3 greift. Dasselbe steht mit einer in dem Gehäuse I gelagerten Schraube ohne Ende h^3 in Eingriff, die am äusseren Ende ein Vierkant i^3 trägt. Mittels eines über dieses Vierkant gesteckten Schlüssels lässt sich die der Zentrifugalkraft der Gewichte $B^3 B^3$ entgegenwirkende Spannung der Federn und damit die Geschwindigkeit der Maschine verändern.

Ueberschreitet dieselbe eine gewisse Grenze, so schwingen die Gewichte $B^3 B^3$ im Sinne der Pfeile v^3 nach aussen und bewirken eine Drehung des den Doppelhebel D^3 tragenden Zapfens J^3 im Sinne des Pfeiles x^3 (Fig. 58). Infolgedessen erhält auch die auf demselben Zapfen J^3 sitzende exzentrische Scheibe K^3 eine Drehbewegung und da sie in eine entsprechende ausgebüchste Oeffnung V^3 des am Schieberexzenter U angegossenen Armes L^3 eingreift, wird dieses um den am Gehäuse I befestigten Zapfen N^3 im Sinne des Pfeiles y^3 (Fig. 60) verdreht. Ausser bei N^3 ist das mit einem Ausschnitt S^3 versehene Exzenter noch durch einen Bolzen W^3, an dem es sich mittels eines Schlitzes M^3 führt, am Gehäuse I befestigt und damit gezwungen, die Drehbewegungen desselben mitzumachen. Bei abnehmender Geschwindigkeit der Maschine bewegen sich die Gewichte $B^3 B^3$ nach innen und drehen den Hebel D^3 mitsamt der exzentrischen Scheibe K^3 in einem der Pfeilrichtung x^3 entgegengesetzten Sinne. Infolgedessen erhält auch das Exzenter U eine Bewegung um N^3 im umgekehrten Sinne des Pfeiles y^3. In beiden Fällen ändert sich die Exzentrizität des Exzenters derart, dass die Kanäle für den in den Hochdruckcylinder B tretenden Dampf durch den Schieber R früher oder später geschlossen werden. Um die Cylinder vor dem Ingangsetzen der Maschine anwärmen zu können, sind, wie in Fig. 63 ersichtlich, die Büchsen $J\,J^1$ der Verteilungsschieber durch vier Stutzen, welche mit $d\,g\,e\,f$ bezw. $d^1 g^1 e^1 f^1$ kommunizieren, mit einem senkrechten Rohr M^4 bezw. N^4 verbunden, welches mit vier bezw. drei Dreiwegehähnen versehen ist. Bringt man die Kolben des Hochdruckcylinders B vor dem Ingangsetzen der Maschine auf einen toten Punkt und öffnet die Dreiwegehähne des Rohres M^4, so gelangt Frischdampf nach Oeffnen des Einströmventils in den Cylinder B und durch die Kanäle $n\,i$

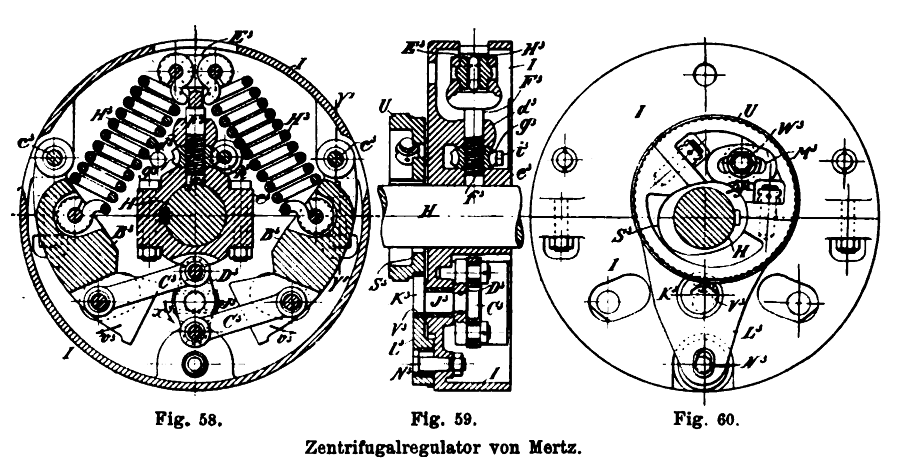


Fig. 58. Fig. 59. Fig. 60.
Zentrifugalregulator von Mertz.

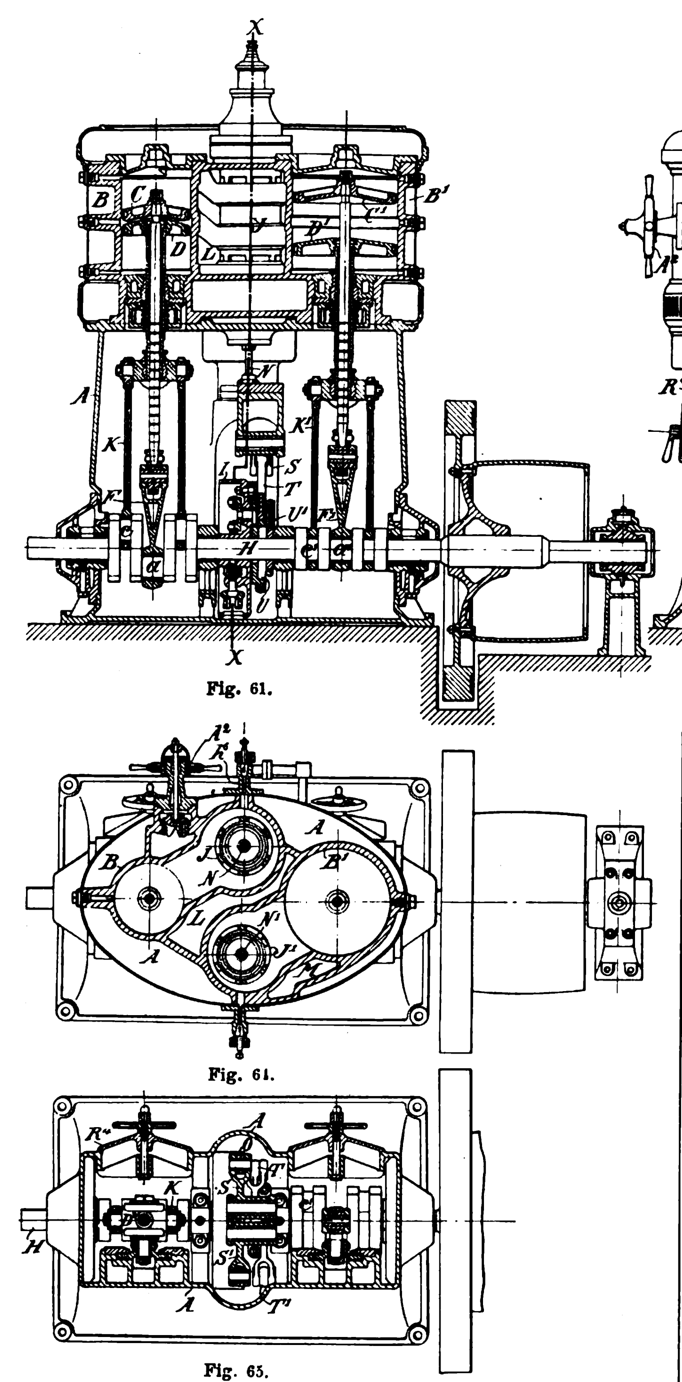

Fig. 61. Fig. 62. Fig. 63.

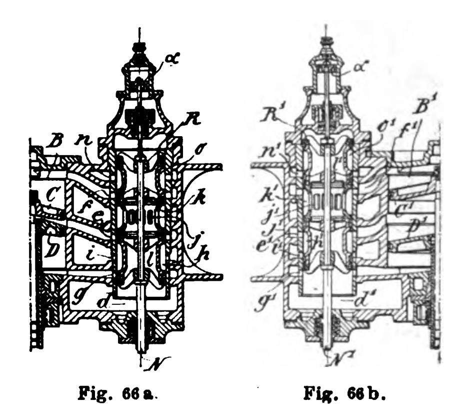
Fig. 64.

Fig. 65.

Vierfachwirkende Zweifach-Expansionsmaschine mit Kondensation von 125 PSi von Mertz.

in den Zwischenbehälter L, hierauf, nachdem zuvor die Dreiwegehähne des Rohres N^4 geöffnet wurden, in den Niederdruckcylinder B^1 und durch $n^1 i^1$ in den Auspuffraum M des Schieberkastens.

Um das in der Maschine angesammelte Kondenswasser abzuführen, bringt man den Auspuffraum M, sowie eine von dem Zwischenbehälter nach diesem führende Rohrleitung durch eine Absperrvorrichtung mit der freien Atmosphäre oder dem Kondensator in Verbindung und entfernt die Kolben $C\,D$ durch eine geringe Drehung der Kurbelwelle H aus ihrer toten Punktlage; schliesst man hierauf die Verbindung zwischen dem Zwischen-


Fig. 66a. Fig. 66b.

Steuerung zur vierfachwirkenden Zweifach-Expansionsmaschine.

behälter L und dem Auspuffraum M, so kommt die Maschine in Gang.

Die vierfachwirkende Dreifach-Expansionsmaschine mit Kondensation von 360 PSi (Fig. 55 bis 57) hat Cylinder von 290, 450 und 700 mm Durchmesser für 220 mm Hub; sie läuft mit 350 Umdrehungen in der Minute und soll bei

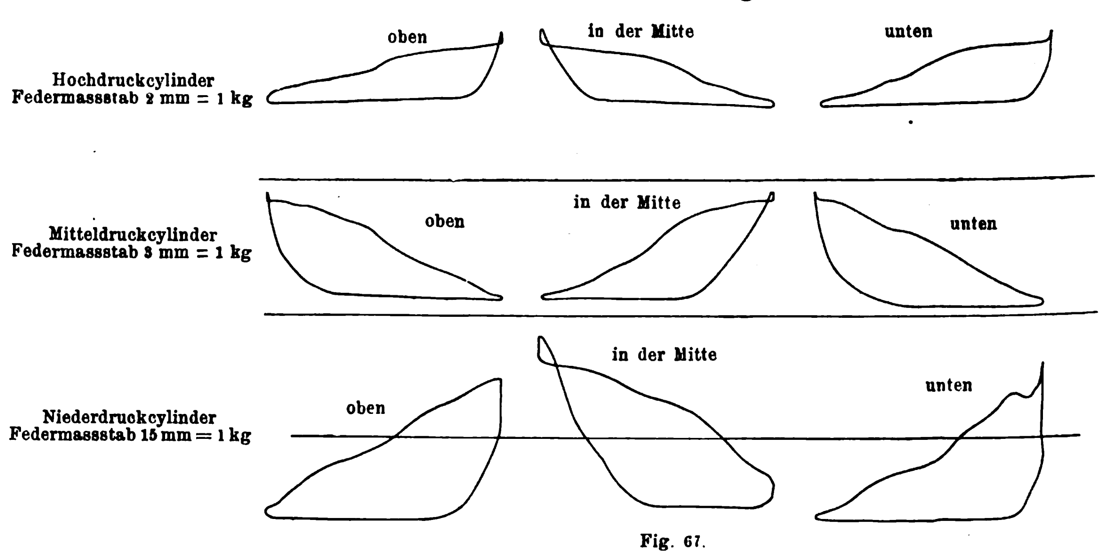


Fig. 67.

10 kg/qcm Admissionsspannung des Arbeitsdampfes 6,95 kg Dampf für 1 PSi/Std. gebrauchen.

Die drei Cylinder sind nebeneinander auf einem kräftigen Hohlgestell befestigt, welches nach Abnahme von Deckeln eine bequeme Zugänglichkeit der bewegten Teile ermöglicht. In jedem dieser vierfachwirkenden Cylinder arbeiten, analog der vorbeschriebenen vierfachwirkenden Zweifach-Expansionsmaschine von 125 PSi, zwei in entgegengesetztem Sinne sich bewegende Kolben, deren Stangen ineinander gleiten und durch Kreuzköpfe und Lenkstangen mit um 180° gegegenseitig versetzten Zapfen der Kurbelwelle derart verbunden sind, dass die auf die Lager derselben ausgeübten Drucke sich gegenseitig aufheben.

Zur Dampfverteilung dienen vier hohle Kolbenschieber — zwei für den Niederdruckcylinder —, die in zwischen den Cylindern liegenden Gehäusen untergebracht sind, und von Exzentern der Schwungradwelle direkt bethätigt werden. Mittel- und Niederdruckcylinder, die mitsamt den zugehörigen Schieberkasten ein einziges Gusstück bilden, arbeiten mit fester Füllung, während die von einem Kugelregulator beherrschte Rider-Steuerung des Hochdruckcylinders veränderliche Füllungen zulässt.

Die das Schwungrad tragende Kurbelwelle ruht in vier Lagern von je 160 mm Durchmesser bei 250 bezw. 150 mm Länge und ist beiderseits mit angeschmiedeten Flanschen zum Ankuppeln schnell laufender Arbeitsmaschinen versehen. Eine von dieser Welle aus angetriebene Oelpumpe versorgt Kolben und Schieber mit dem nötigen Schmiermaterial.

An dieser Maschine auf der Ausstellung in Paris am 18. Juli 1900 abgenommene Diagramme zeigt Fig. 67.

Nachstehende Versuchsergebnisse sind noch bemerkenswert:

Dampfspannung im Schieberkasten des Hochdruckcylinders	9,5	kg/qcm
Luftleere im Kondensator	56	cm
Füllungsgrad im Hochdruckcylinder	0,48	
Minutliche Umdrehungszahl	280	
Gesamtleistung der Maschine	344	PSi
Mittlere Dampfspannung im Hochdruckcylinder	1,7	kg/qcm
„ „ „ Mitteldruckcylinder	2,02	„
„ „ „ Niederdruckcylinder	0,52	„

(Fortsetzung folgt.)

Deformationstypen der Flachsbastfaserzellen[1].

Von Prof. **Eduard Hanausek**.

Die mechanische Verarbeitung der Fasern bedingt eine mannigfaltige Strukturänderung der behandelten Rohstoffe. Jede Art der mechanischen Prozesse hat ihre besondere Folge in den Gestaltsänderungen der bearbeiteten fadenförmigen Gebilde. Der Wechsel der Formen ist also von dem Arbeitsvorgange abhängig; für denselben Arbeitsprozess sind die Erscheinungen in der gewaltsamen Umgestaltung der Fasern gleicher Abstammung typisch gleich oder zumindest gleichartig. Man vermag demgemäss bei mechanischen Prozessen mit mehreren Arbeitsfolgen nach den vorliegenden Deformationstypen auf die Gattung der Faser, auf die Qualität derselben und deren Produkte zu schliessen. Vor einiger Zeit habe ich die Deformationstypen der Baumwolle[2]) nach den Arbeitsfolgen der Spinnerei besprochen. In dieser Abhandlung habe ich dar-

Fig. 1. Bastfaserzellen aus „Slanetz" fibrillös gespalten.

Fig. 2. Bastfaserzelle mit Querfalten und Längsstreifen.

Fig. 3. Bastfaserzelle mit Abscherungsdeformation.

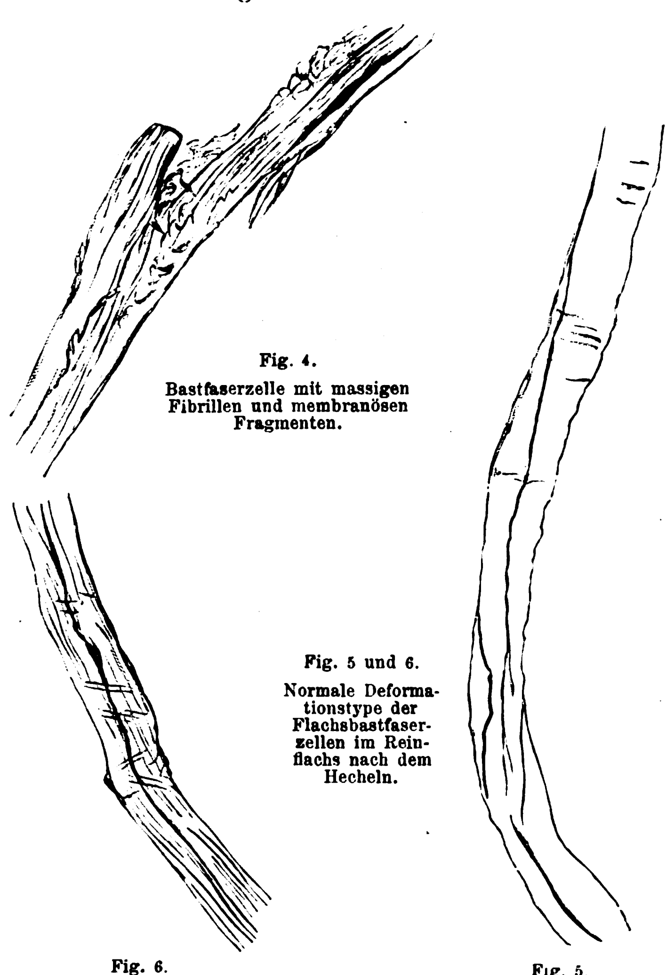


Fig. 4. Bastfaserzelle mit massigen Fibrillen und membranösen Fragmenten.

Fig. 5 und 6. Normale Deformationstype der Flachsbastfaserzellen im Reinflachs nach dem Hecheln.

Fig. 6. Fig. 5.

[1]) *Jahresbericht der Wiener Handelsakademie*, 1900.

[2]) *Mitteilungen aus dem Laboratorium für Warenkunde. Jahresbericht der Wiener Handelsakademie*, 1897.



zuthun versucht, dass in den korrekten Spinnprodukten derselben Folge immer nur die gleichen Demolierungserscheinungen nachgewiesen werden können, wenn — unter der Berücksichtigung der qualitativen Beschaffenheit der Faser — die Arbeitsphasen eingehalten und glatt durchgeführt werden. Die konstruktive Seite der Arbeitsmaschinen gelangt in diesen Deformationstypen in hervorragendster Weise zur Geltung.

Von diesem Standpunkte darf man diesen Untersuchungen vielleicht einen weiteren Wert beimessen, denn es kann nicht gleichgültig sein, ob eine Arbeitsvorrichtung — selbst bei anerkannter Leistungsfähigkeit — zur Erzielung eines höheren Gesamtnutzeffektes mehr oder weniger demolierend in die physikalische Konstitution der Faser eingreift. Nach dieser Richtung habe ich einige Versuchsergebnisse bereit, über welche gelegentlich die Besprechung folgen soll.



Fig. 7.
Sporadisch in guten Reinflachssorten vorkommende Bastfaserzelle mit fibrillöser Schälung u. m. Längsrissen.

Die nachfolgenden Betrachtungen versuchen ein Bild über die Deformationstypen der Flachsfaser im Verlaufe des Spinnprozesses zu geben, das insofern auch vergleichend gehalten ist, als nicht nur die Typen des hier zur Grundlage der Untersuchung genommenen russischen Flachses vermerkt werden, sondern auch der besondere Hinweis auf die Deformationstypen minderwertiger Flachssorten gemacht wird.

Die umfänglichen Arbeiten, welche die vielseitige Prüfung in zahllosen Präparaten nötig machen, wurden streng nach den Phasen der Flachsspinnerei durchgeführt, wobei das Spinngut durch alle Phasen von derselben Art war. Infolgedessen konnte sicher festgestellt werden, in welcher Weise die Deformationen eine Aenderung erfahren, und welche Type einem bestimmten Spinnstadium entspricht. Es soll gleich hier angegeben werden, dass die Typen verschiedener Flachssorten in demselben Stadium eine übereinstimmende Demolierung erkennen liessen.

Die hier vorliegenden Untersuchungen [3]) wurden mit Rohflachs begonnen.

Der russische Rohflachs, Slanetz (Rasenrösteflachs), bietet ganz eigentümliche Deformationen der Flachsbastfaserzellen (Elemente der Bündel), die in späteren Prozessen fehlen oder nur in ausdrücklichen Ausnahmen vorkommen.

Die Faserzellen sind fibrillös gespalten (Fig. 1) und in anderen Individuen teilweise abgeschert oder eingerissen (Fig. 3). In gleichen Mengen treten unverletzte Formen der Elemente auf (Fig. 2). Letztere haben die bekannten Querfalten und Längsstreifen und anhaftende Reste der Begleitelemente. Zur Vorbereitung für die Arbeitsprozesse geweichter Rohflachs lässt vornehmlich fibrillöse Spleissungen erkennen; es treten an der Oberfläche auffallend reichlich membranöse Fragmente auf (Fig. 4). Die Folgen des Rottens (Tauröste), des mechanischen Brechens und Schwingens sind im gehechelten Reinflachs klar zu erkennen. Zunächst treten die normalen Formen der Flachsbastfaserzellen hervor (Fig. 5 und 6), bei denen durch die Streifungen an der Oberfläche die Type der Hechelarbeit ausgeprägt erscheint. Vereinzelt kommen deformierte Elemente (nach der Präparatenanzahl im Verhältnisse von etwa 80 %) mit fibrillöser Schälung oder mit Längsrissen vor (Fig. 7). Geringere Flachssorten zeigen in auffallender Menge solche Faserzellen.

Das Spinnen des Flachses mit Maschinen kann prinzipiell in folgende Arbeitsstufen gegliedert werden.

1. Das Anlegen eines Bandes auf der Bandmaschine (Zugmaschine); die Flachsfasern sollen gerade gestreckt, gleichlaufend und gleich dicht bandförmig vereint werden.

2. Das Duplieren (Doppeln) und das Strecken der Bänder. Die aus dem vorhergehenden Arbeitsprozess resultierenden Flachsbänder werden zu 2 bis 12 zu einem Bande vereinigt, damit die einzelnen Dichtigkeitsfehler kompensiert werden. Das Strecken soll noch eine gewisse Feinheit und ein gleichmässigeres Lagern der Falten in den Bändern erzielen lassen.

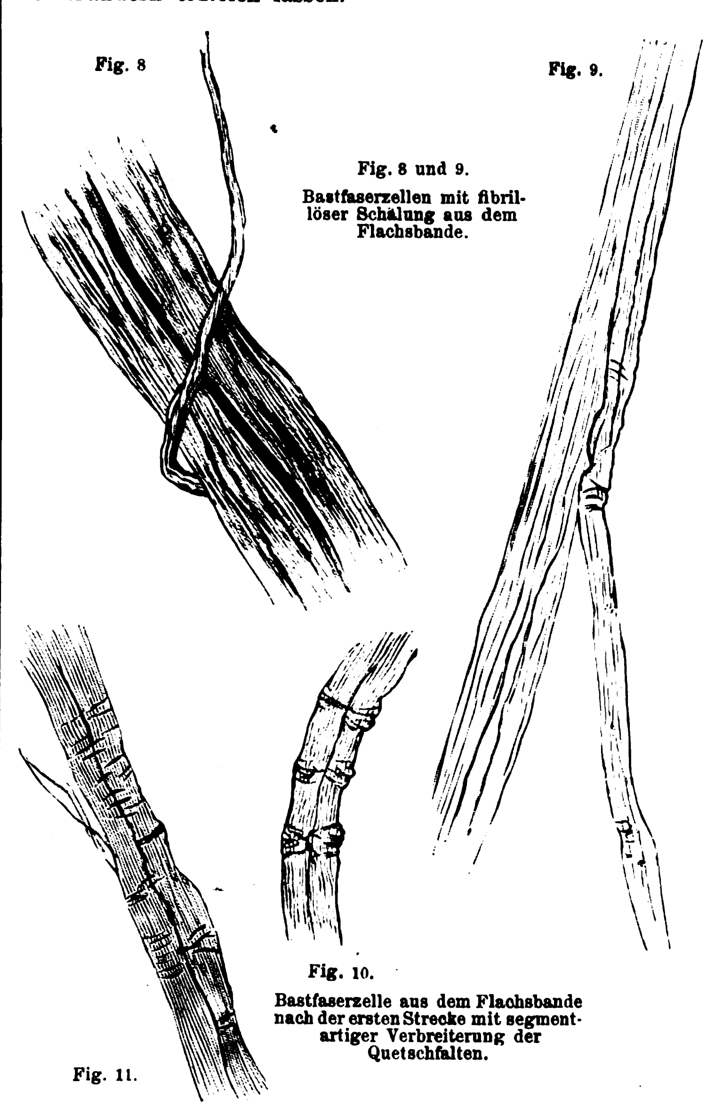


Fig. 8 und 9.
Bastfaserzellen mit fibrillöser Schälung aus dem Flachsbande.

Fig. 10.
Bastfaserzelle aus dem Flachsbande nach der ersten Strecke mit segmentartiger Verbreiterung der Quetschfalten.

Fig. 11.
Bastfaserzelle aus dem Flachsbande nach der ersten Strecke mit zarten fibrillösen und linienförmigen Querrissen.

3. Das Vorspinnen bezweckt, in Verbindung mit der Strecke, ein weiteres Ausziehen der Bänder und ein lockeres Zusammendrehen zu einem Vorgespinstfaden mit bleibendem Draht.

4. Das Feinspinnen bildet durch neuerliches Strecken und stärkeres Drehen des Vorgespinstfadens das fertiggesponnene Garn.

Nach diesen vier Arbeitsfolgen wurden die einzelnen Produkte des Spinngutes geprüft.

Die zu Untersuchungen genommenen Proben hatten eine dreifache Strecke zu passieren. Die Bildung des Bandes stellt an die Kohärenz des Fasermaterials wenig Anforderungen. Die auftretenden Deformationstypen sind wesentlich — wegen der Schrauben-(Hechelfeld-)Strecke — fibrillöse Ablösungen an den Elementen; die Quetsch-

[3]) Zu diesen Prüfungen hat der ehemalige Handelsakademiker *J. Parma* schon im Jahre 1897 schätzenswerte Vorarbeiten geliefert.

falten, die Knickungsstellen und Abscherrisse sind nahezu ganz fehlend (Fig. 8 und 9). Die Mehrzahl der Elemente ist intakt.

Auffallend anders ist die Reihe der Deformationstypen

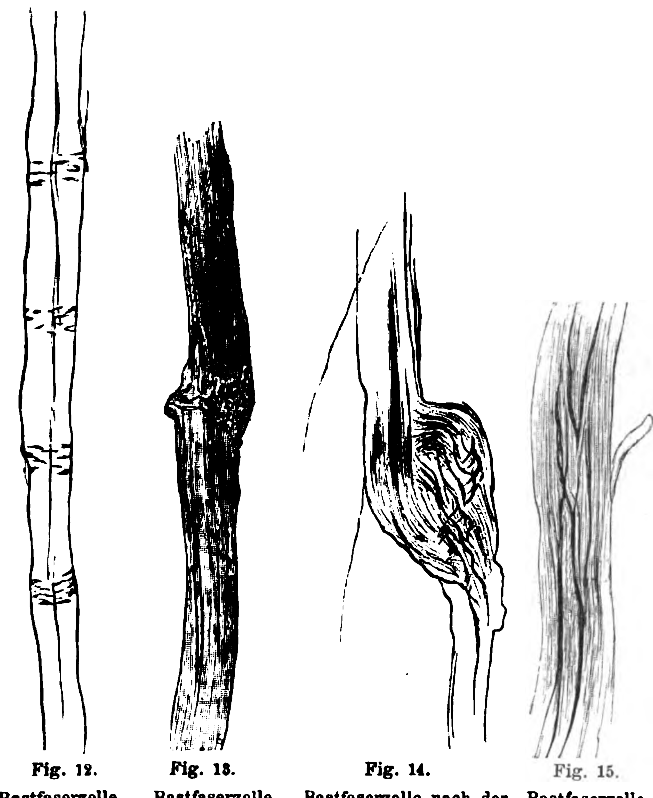


Fig. 12. Bastfaserzelle nach der zweiten Strecke mit regelmässigen körnig-faltigen Quetschstellen.

Fig. 13. Bastfaserzelle nach der zweiten Strecke geknickt.

Fig. 14. Bastfaserzelle nach der dritten Strecke mit Druck- und fädigen Deformationen.

Fig. 15. Bastfaserzelle nach der dritten Strecke mit Längsrissen u. zarten Fibrillen.

bei den Produkten aus den Strecken. Die mehrfach gedoppelten Bänder der ersten Strecke sind in den Elementen wenig und zart fibrillös seitlich geöffnet, dafür reichlich

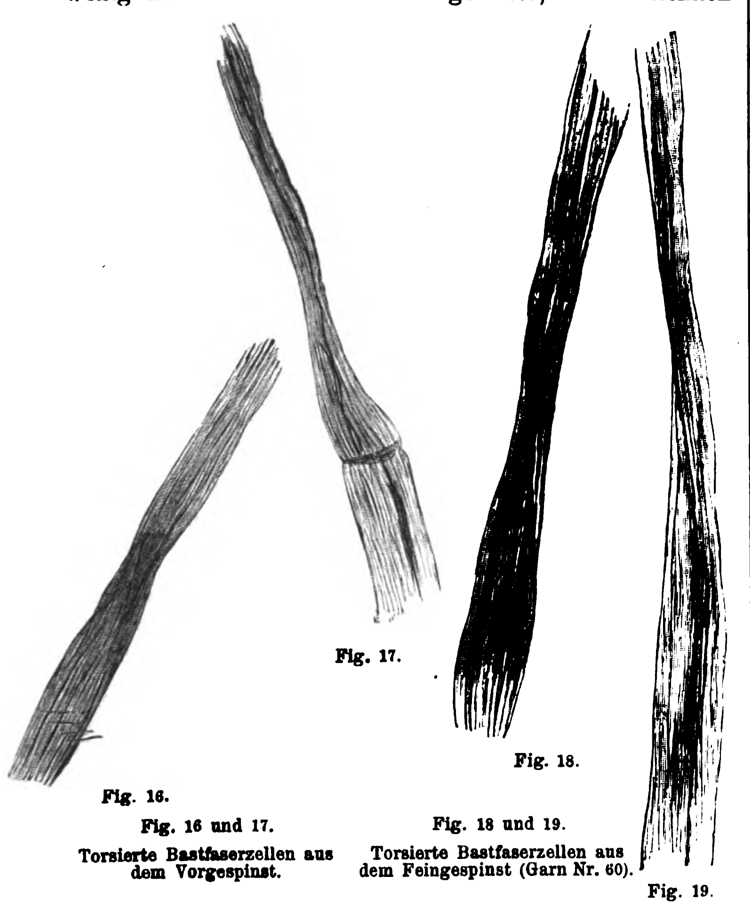


Fig. 16. Fig. 17. Fig. 18. Fig. 19.

Fig. 16 und 17. Torsierte Bastfaserzellen aus dem Vorgespinst.

Fig. 18 und 19. Torsierte Bastfaserzellen aus dem Feingespinst (Garn Nr. 60).

im ganzen Längsverlaufe der Bastfaserzellen mit durchquerenden Quetschfalten versehen, welche linienförmig bis segmentartig verbreitert auftreten (Fig. 10 und 11). Nach dem Passieren der zweiten Strecke kommen fibrillöse De-

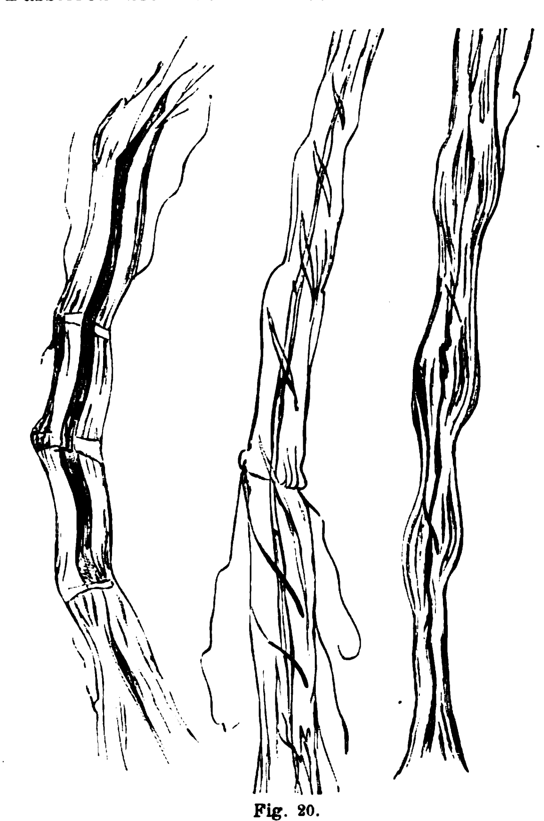


Fig. 20. Flachsfaserzelle aus dem Halbzeug für feine Papiere.

molierungen nicht mehr vor, dagegen sind Quetschfalten in regelmässigen Abständen körnelig-faltig zu beobachten (Fig. 12). Einzelne Bastfaserzellen sind geknickt (Fig. 13).

Die dritte Strecke tritt wieder gewaltsamer in die

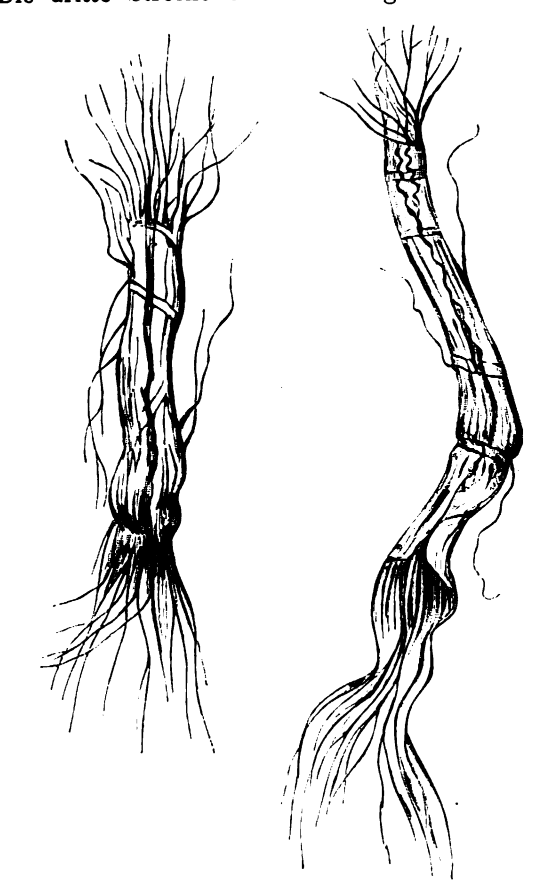


Fig. 21. Flachsbastfaserzellen aus dem Ganzzeuge für feine Papiere.



Formänderung ein, indem die Faserelemente wieder fädige Lostrennungen zeigen (Fig. 15), die aber durch das Hervortreten der Druckdeformationen zurückgedrängt erscheinen (Fig. 14).

Eine charakteristische Textur zeigen die Faserelemente aus den Vorgespinsten. Das Spinngut passiert in dieser Arbeitsfolge nach der Einführungswalze ein Hechelfeld (Hechelwalze), dann eine Strecke und gelangt nach der Drehung durch den Flügel auf die Spule. Das korrekte Vorgespinst enthält im ganzen nur schwach torsierte Elemente, welche vielleicht in der Längsrichtung einige Risslinien (vom Hechelfeld) zeigen (Fig. 16 und 17). An einzelnen abgebrochenen Faserzellen (durch die Strecke) sind einfache Fadenspleissungen wahrzunehmen.

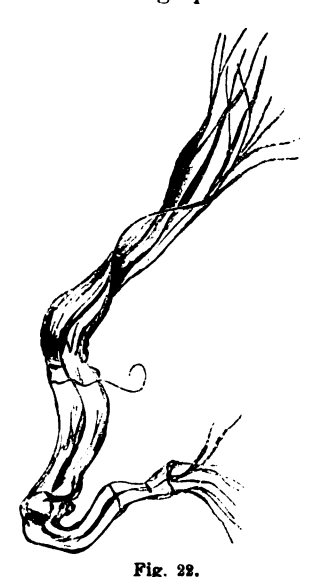


Fig. 22.
Flachsbastfaserzellen aus dem Ganzzeuge für feine Papiere.

Die Deformationstypen der Elemente aus dem feingesponnenen Garne sind vollkommen erhaltene Faserzellen ohne Quetschstellen bei nass gesponnenen Produkten (also mit starker Drehung). Die Faserzellen aus einem Garne Nr. 60 sind in der Mehrzahl vollkommen intakt (Fig. 18 und 19). Trocken gedrehte Feingespinste haben neben den intakten und nur torsierten Formen in geringer Anzahl fibrillöse Elemente, nicht selten infolge Ueberdrehens.

Nach diesen Darlegungen und mit Rücksicht auf die beobachteten Formen an anderen Flachssorten kann folgendes ausgesprochen werden:

Geklärter Flachs soll in den Elementen möglichst frei von fibrillösen Deformationen sein.

Bei dem regelrechten Gange des Spinnprozesses sind die Faserzellen im Bande stark fibrillös, nach der ersten Strecke wenig und zartfädig gelöst, nach der zweiten Strecke regelmässig gequetscht, aber nicht abgeschert, nach der dritten Strecke wenig fädig fibrillös, aber mehrfach mit Quetsch- und Druckstellen behaftet und sowohl im Vorgespinst als im Feingespinst vornehmlich gedreht, aber wenig oder nicht fibrillös.

Die minderwertigen Flachssorten zeigen in der Mehrzahl der Faserzellen in den folgenden Prozessen noch die Deformationstypen der vorangegangenen Arbeitsfolgen.

Die Deformationstypen der Flachsbastfaserzellen sind etwa so zu charakterisieren: Erste Type: Faserzellen mit einfachen Längsstreifen und Querfalten (Fig. 2, 5, 6, 10 und 12). Zweite Type: Faserzellen mit Längsrissen (Fig. 1, 4, 7, 8, 9, 11 und 15). Dritte Type: Faserzellen mit Quetsch- und Druckstellen (Fig. 14). Vierte Type: Faserzellen mit quergehenden Rissen und Abscherungsstellen bezw. Knickungsstellen (Fig. 3, 11 und 13). Fünfte Type: Kombination von Type 3 und 4. Sechste Type: Fibrillöse Schälungen, einfache (fädige) (Fig. 7, 11, 14 und 15) und massige (Fig. 1, 4, 8 und 9). Siebente Type: Drehungsformen (Fig. 16 bis 19).

Als letzte und achte Type kann die excessive Behandlung der Faser bei der Herstellung zu Papierzeug im Holländer angeschlossen werden, wo eine völlige fibrillöse Spaltung unter gleichzeitigen Quetsch- und Dreherscheinungen stattfindet (Fig. 20 bis 22).

Die weitere Bearbeitung dieser Aufgabe bei anderen Fasern und deren Abfällen soll Gegenstand einer folgenden Publikation sein.

Laboratorium für Warenkunde a. d. Wiener Handelsakademie.

Neuere Acetylenentwickler und Zubehör.

(Fortsetzung von S. 641 d. Bd.)

Die in Fig. 46 dargestellte *Wasserzuführungsvorrichtung für tragbare Acetylenentwickler* von *The Imperial S. C. Acetylene Gas Company Limited* in Manchester (D. R. P. Nr. 109065) hat den Zweck, die Verstopfung der Wasserzutrittslöcher durch den durch die Zersetzung des Karbids entstehenden Kalkschlamm zu verhüten. Dieser Uebelstand wird hier dadurch verhütet, dass das Wasser nicht unmittelbar dem Karbid zugeführt wird, sondern durch eine mit kleineren Löchern versehene Röhre eintritt, über welche eine zweite Röhre gestülpt ist, die an der den Löchern entgegengesetzten Seite ihrer ganzen Länge nach einen Schlitz besitzt, durch welchen das Wasser zu dem in einer Anzahl kleiner durchbrochener Behälter befindlichen Karbid zutritt. Dieser Längsschnitt ist leicht durch eine hin und her bewegliche Messerschneide zu reinigen, wodurch der Wasserzutritt stets frei gehalten wird.

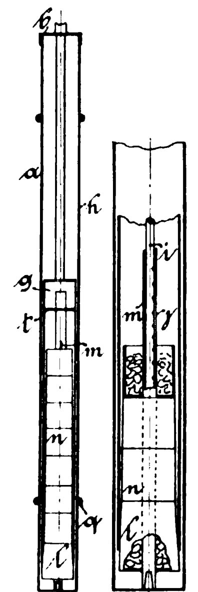


Fig. 46. Fig. 46a.
Acetylenentwickler von The Imperial S.C. Gas Company Limited.

Der Metallcylinder a (Fig. 46) ist unten geschlossen und besitzt oben einen abschraubbaren Deckel, welcher mittels eines Hahnes mit einer Nebenleitung verbunden ist. Durch die Decke der unten offenen und oben geschlossenen Gaskammer g geht eine Röhre h, welche mit der erwähnten Nebenleitung verbunden ist. i ist eine oben geschlossene, unten offene Röhre, welche in geeigneten Zwischenräumen durchlocht ist (Fig. 46a), und über welche eine zweite Röhre j lose gestülpt ist, in der den Löchern von i entgegengesetzten Seite sich ein offener Schlitz m befindet. Die Röhre j ist mit einem oben offenen Behälter l verbunden und über diesem sind auf der Röhre i mehrere kleinere Behälter n mit Oeffnungen in ihren cylindrischen Oberflächen aufgereiht, welche bis etwa zu einem Drittel ihres Inhaltes mit Karbid angefüllt werden. Eine auf der Röhre j befestigte Scheibe t dient zum Festhalten der Behälter n. Da der unterste Behälter l dicht in die Röhre g eingepasst ist, so kann er mit derselben und mithin die oberen Behälter n zwecks neuer Füllung herausgezogen werden. Mittels der Gummiringe q kann der Erzeuger an irgend einem Teil eines Fahrradgestelles befestigt werden.

Die Arbeitsweise des Erzeugers ist folgende: Die Behälter l n werden mit Karbid gefüllt, der obere Hahn zur Gasleitung geschlossen, der Cylinder a mit Wasser gefüllt, und der obere Deckel b aufgeschraubt. Das Wasser dringt sofort durch die Röhren i und j in den Behälter l ein und es wird so viel Acetylen entwickelt, dass die Gaskammer g bis zu einem gewissen Druck damit angefüllt wird, so dass kein Wasser mehr in l eindringen kann, und erst bei Abnahme des Gasdruckes durch Eindringen des Wassers in die weiteren Behälter Gas entwickelt wird. Die Vorteile des Entwicklers sind bereits oben angegeben.

Fig. 47 veranschaulicht einen *Acetylenentwickler mit Karbidzuführung durch einen Quecksilberverschluss* von Dr. *Gerh. Nicolas Vis* in Schweizerhalle bei Basel (D. R. P. Nr. 109140). Das Entwickelungsgefäss a besitzt bei e eine Verlängerung, welche als Stütze und zur Aufnahme von Quecksilber dient, und durch das Rohr f mit dem Freien in Verbindung steht. Die Röhren b und c dienen zum Ablassen des Schlammes und Einlassen des Wassers; d ist das Gasleitungsrohr und g ein Wasserstandsglas.



Die Betriebsweise ist folgende: Der Behälter *a* wird durch *c* vollständig mit Wasser gefüllt, wobei der Hahn an *b* geschlossen und derjenige an *d* geöffnet ist. Nachdem hierauf die Hähne bis auf den an *b* geschlossen sind, wird in das Rohr *f* Karbid geschüttet und durch das Quecksilber hindurch nach *a* gestossen, worauf durch die Gasentwickelung Wasser aus dem Rohr *b* gedrückt wird. Nach Ablauf ungefähr der Hälfte des Wassers wird der Hahn *d* geöffnet, der Hahn an *b* geschlossen und fortwährend Karbid nachgestossen, was durch eine in *f* angebrachte Schnecke selbstthätig geschehen kann. Zur Reinigung von Schlamm und Erneuerung des Wassers wird während des Betriebes durch *c* Wasser eingelassen und der Schlamm durch *b* abgeführt, wodurch eine kräftige Verteilung der Zersetzungswärme erzielt wird.

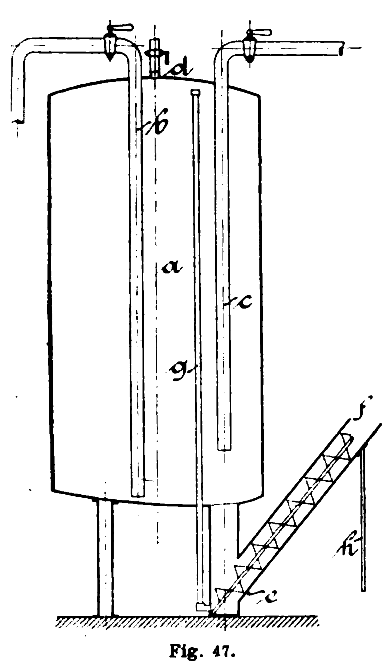


Fig. 47.
Acetylenentwickler von Dr. Vis.

Der Apparat besitzt durch seine Einrichtung folgende Vorteile: Das Karbid kommt mit dem Entwickelungswasser nicht eher in Berührung, als es sich in dem vollständig geschlossenen Entwickelungsbehälter befindet; es kann daher mit dem Karbid keine Luft eingeführt werden. Durch die ganze Wassersäule, welche über dem Karbid steht, findet sofort eine lebhafte Gasentwickelung statt und wird eine lebhafte Bewegung des Wassers hervorgerufen, d. h. eine örtliche Erhitzung ist ausgeschlossen. Ausserdem ist durch das Quecksilber der Apparat nie gänzlich verschlossen; sobald ein geringer Ueberdruck entsteht, können Wasser, Schlamm, Karbid und Acetylen durch das Einfüllrohr entweichen, wobei das herausgestossene Quecksilber durch das Rohr *h* in einen Behälter ablaufen kann.

Das *Spindeltropfventil für Acetylenentwickler* von *Leroy S. Buffington* in Minneapolis, Minnesota (D. R. P. Nr. 109165 und 112646) führt das nötige Wasser dem Gaserzeugungsraum tropfenweise zu, wobei der Wasserzufluss bei zu hohem Gasdruck durch das Gas selbstthätig unterbrochen und somit eine Explosion verhütet wird.

Fig. 48 veranschaulicht die erste Ausführungsform nach D. R. P. Nr. 109165. Am Boden des Wasserbehälters *b*

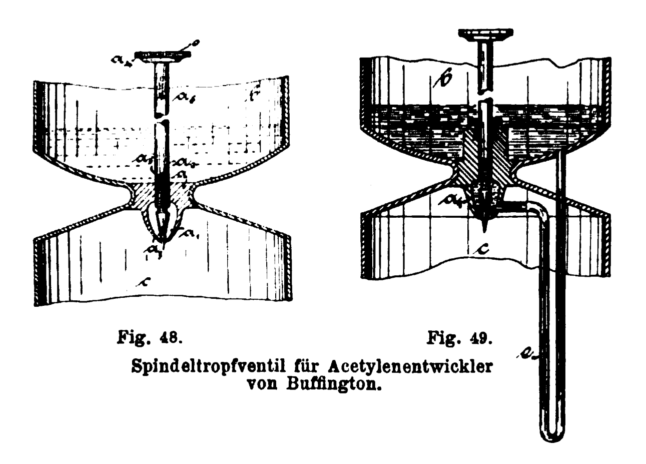


Fig. 48. Fig. 49.
Spindeltropfventil für Acetylenentwickler von Buffington.

sitzt das Spindelventil in der Weise, dass es in den Gaserzeugungsraum *c* hineinreicht. Das Ventilgehäuse *a* läuft am unteren Ende in eine Höhlung a_1 mit einer feinen Oeffnung aus, welche in die Erzeugungskammer *c* hineinreicht und durch Spindel a_2 verschlossen wird. Die Spindel geht durch den Wasserbehälter *b* und ragt über demselben mit einem Knopf a_4 zum Verstellen der Spindel hervor, während der untere konisch gestaltete Teil a_3 derartig durch die feine Oeffnung der Höhlung in den Erzeugungsraum hineinragt, dass das Wasser von der Spitze tropfenweise ablaufen kann. Der Zufluss des Wassers in die Höhlung geschieht durch eine Bohrung a_5 der Spindel. Dieser Teil der Spindel ist mit einem Schraubengewinde versehen, wodurch eine Verstellung der Spindel im Ventilgehäuse ermöglicht wird. Infolge der äusserst dünnen Wandstärke des unteren Teiles des Ventilgehäuses wird dem Teile a_3 eine sehr geringe Auflagefläche gewährt, an der das Wasser haften kann. Bei normalem Druck des Gases im Erzeugungsraum tropft das Wasser von der Spitze der Spindel auf das Karbid; bei erhöhtem Gasdruck jedoch wird das Gas durch die Oeffnung im Ventilgehäuse und die Bohrung a_5 in den Behälter *b* eintreten, von wo es durch eine zweite Bohrung a_6 der Ventilspindel an die Luft gelangt. Dies ruft eine Verminderung des Druckes hervor und die Wasserzuführung wird so lange unterbrochen, bis wieder die Normalspannung eingetreten ist.

Bei der Ausführungsform dieses Spindeltropfventils nach dem D. R. P. Nr. 112646 geschieht die Zuführung des Wassers zu der Kammer a_1 nicht unmittelbar durch den Kanal a_5, sondern mittelbar durch eine siphonartig gebogene Röhre *e* (Fig. 49). Wird nämlich nach vorbeschriebener Ausführung der Gasdruck in dem Entwickler zu stark, so wird das Gas, wie gesagt, durch den Kanal a_5 in den Wasserraum *b* gepresst, ohne dass das dort befindliche Wasser zur Ausbalanzierung des Gases mitwirkt. Wird jedoch nach vorliegender Ausführung die Kammer a_1 durch die siphonartige Röhre *e* mit dem Wasserraum *b* verbunden und die Spindel durch eine Stopfbüchse abgedichtet, so muss bei Ueberdruck das Gas zunächst das in dem einen Schenkel der Röhre befindliche Wasser nach unten und das in dem anderen Schenkel befindliche Wasser in den Behälter *b* pressen. Die Wasserzuführung ist daher nicht allein von der Stellung des Spindelventiles abhängig, sondern auch von dem im Behälter herrschenden Druck, und es hört bei einem gewissen Druck der Wasserzufluss sofort auf.

Die Acetylenentwickler, bei denen die Karbidzufuhr durch das Steigen und Sinken der Gasglocke geregelt wird (vgl. u. a. die Patente Nr. 106075 und 106076, Fig. 6 und 7 S. 271 d. Bd., und die englischen Patente Nr. 8552 vom Jahre 1897, sowie Nr. 14713 vom Jahre 1898 u. a.),

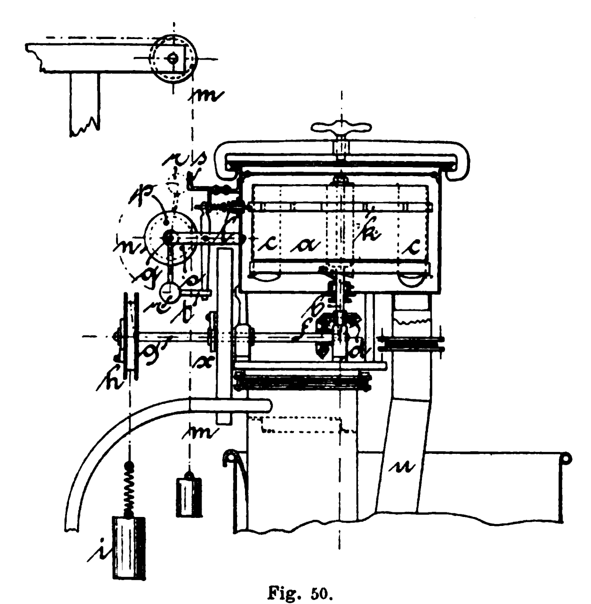


Fig. 50.
Auslösevorrichtung für den Antrieb des Karbidverteilers eines Acetylenentwicklers von Bouma.

leiden öfters an einem unsicheren Gang. Diesen Uebelstand zu beseitigen bezweckt die *Auslösevorrichtung für den Antrieb des Karbidverteilers eines Acetylenentwicklers* von *A. Bouma* in Liège (Belgien), D. R. P. Nr. 109195, von welcher Fig. 50 eine Ausführungsform darstellt.

Auf einer senkrechten Welle *b* ist eine mit einer An-

zahl von je einer Thür versehenen Rohren *c* ausgestattete Trommel *a* aufgekeilt und enthält jedes der Rohre *c* soviel Karbid, als zur Erzeugung einer geringeren Gasmenge nötig ist, als der Rauminhalt der Sammelglocke beträgt. Am unteren Ende der Welle sitzt ein Kegelrad *d*, welches in das Zahnrad *f* einer Welle *g* eingreift, auf deren anderem Ende eine Scheibe *h* sitzt, auf welche eine mit einem Gewicht *i* belastete Schnur aufgewickelt ist. In ein Sperrrad *k* der Trommel *a* greift eine durch eine Feder angedrückte Sperrklinke *l*, welche von der Gasglocke in folgender Weise bethätigt wird.

Auf einer Scheibe *n* ist eine belastete Kette oder Schnur *m* aufgewickelt, welche über Führungsrollen läuft und mit der Glocke *a* verbunden ist. Auf einer ihrer Seitenflächen trägt die Scheibe Stifte *o* und *p*, während die Achse *q* der Scheibe lose einen Hammer *r* trägt, der mittels der durch die Gasentwickelung angehobenen Glocke von dem Stift *o* angehoben wird, bis er einen Anschlag *s* trifft, der jenseits der durch die Achse der Scheibe gehenden senkrechten Ebene angeordnet ist, in welche Stellung der Hammer und die Scheibe *n* so lange verbleiben, als die Glocke steigt. Beim Sinken der Glocke dreht sich die Scheibe in entgegengesetzter Richtung und der Hammer wird von dem Anschlag *s* nach links gedrückt. Hat der Hammer die genannte Ebene durchdrungen, so dreht er sich um die Achse *q* und schlägt gegen den Kopf eines zweiarmigen Hebels *t*, dessen anderes Ende die Sperrklinke *l* bethätigt, welche hierdurch nach links gezogen wird und ausser Eingriff mit dem Sperrrade *k* kommt, gegen welches sie jedoch durch die Feder sofort wieder gedrückt wird und in den nächsten Zahn des Gesperres eingreift. Die kurze Ausrückung der Sperrklinke hat indessen das Gewicht *i* in Wirkung gesetzt, wodurch die Trommel gedreht und um einen Zahn, welcher einem der Rohre der Trommel entspricht, vorgerückt wird. Hierbei ist auch die Thür des betreffenden Rohres geöffnet und der Inhalt desselben durch das Rohr *u* in den Gaserzeuger befördert worden. Es entwickelt sich Acetylen, die Glocke steigt wieder und obiger Vorgang wiederholt sich. Zur Vermeidung der durch das plötzliche Anhalten der Trommel erzeugten Stösse bezw. zum Verlangsamen der Bewegung der letzteren dient z. B. ein auf der Welle *g* frei sitzendes Schwungrad *x*, welches bei deren Bewegung durch eine in ein Sperrrad der Welle eingreifende Sperrklinke mitgenommen wird.

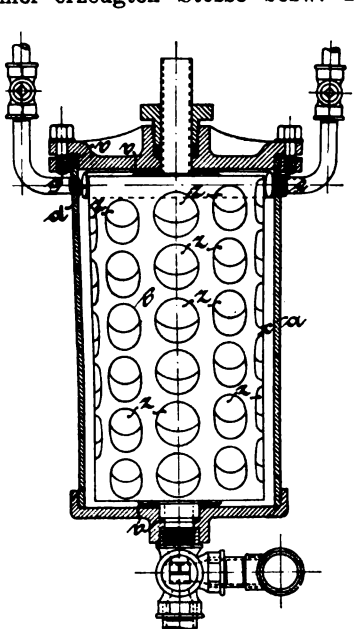


Fig. 51.
Gekühlter Karbidbehälter von Seiffert.

Der in Fig. 51 dargestellte gekühlte *Karbidbehälter für Acetylenentwickler* von *Emil Seiffert* in Wickrath (D. R. P. Nr. 109215) bezweckt die Beseitigung der bei der Gaserzeugung entstehenden Wärme und die dadurch verursachte Explosionsgefahr.

In einem äusseren Mantel *a* mit Zuführungsrohr *e*, Gasabführungsrohr *g* und Verteilungsrohr *d* für das Wasser befindet sich der aus der Kühltrommel *b* gebildete Karbidbehälter, in deren Mantel zur Aufnahme und Verteilung des Karbides kleine cylindrische Zellen *z* in einer Spirallinie aufsteigend eingesetzt sind in der Weise, dass sie gegen das Innere der Trommel geschlossen und nur nach aussen zu offen sind und so mit dem Raume *c* zwischen der Trommel und dem äusseren Mantel in Verbindung stehen. Die Zellen sind von unten gegen das Herausfallen des Karbides zu einem Drittel geschlossen. Durch Packungen *v* ist der Zwischenraum *c* verschlossen und gegen das Innere der Trommel abgedichtet. Das Kühlwasser tritt durch den Bodenstutzen in die Trommel ein und durch den Deckelstutzen aus und durchströmt während des Betriebes das Innere der Trommel, wodurch die Trommelwand und die Zellen gekühlt werden. An der inneren Wand des äusseren Mantels herabfliessend, tritt das Entwickelungswasser von dem Raume *c* ansteigend zuerst in die unterste Zelle und nach und nach in die höher gelegenen. Die Zellen sind von geringem Durchmesser, so dass ihre Wände behufs Abkühlung des Inhaltes genügend grosse Oberflächen bieten und der Kühlwasserstrom stark genug ist, um auch bei starker Gaserzeugung Trommel und Zellen genügend zu kühlen und so eine Erhitzung des Gases zu verhindern.

Bei verschiedenen Acetylenentwicklern ist ein besonderer Raum zum Abfangen des Schlammes und der Rückstände angeordnet; dieselben dienen jedoch lediglich zu diesem besonderen Zwecke, während der Schlammkasten des nachstehend beschriebenen *Acetylenentwicklers* von *Franz Fikentuher* in Zwickau (D. R. P. Nr. 109282) gleichzeitig den Zweck verfolgt, nach der Zersetzung einer Karbidfüllung so viel Schlammwasser entfernen zu können, als durch die eingefüllte Karbidmenge entstanden ist. Zugleich wird die Ab- und Zulaufvorrichtung dieses Messraumes mit der Karbideinfüllvorrichtung in der Weise verbunden, dass bei Oeffnung der letzteren der Messraum mit dem Entwickler verbunden wird, beim Schliessen dagegen der Entwickler abgeschlossen und der Messraum nach dem Ablaufrohr zu geöffnet wird.

Zu diesem Zweck ist am unteren Teile des Entwicklers *a* (Fig. 52) ein Raum *b* von solcher Grösse angebracht, dass er die durch eine Karbidfüllung erzeugte Schlammmasse gerade aufnehmen kann. Ein Dreiweghahn *c*, Ventil o. dgl. verbindet den Raum *b* mit der tiefsten Stelle des Entwicklers und mit dem Ablaufrohr *d*, so dass beim Abschluss des Apparates der Messraum nach dem Ablaufrohr hin geöffnet wird, während bei einer Verbindung des Messraumes mit dem Entwickelungswasser das Rohr *d* geschlossen wird. Nach Beendigung der Gasentwickelung aus einer Karbidfüllung wird *a* durch Drehung des Hahnes mit *b* verbunden bis zur Füllung dieses Raumes, aus welchem die Luft durch das Rohr *r* entweicht, worauf

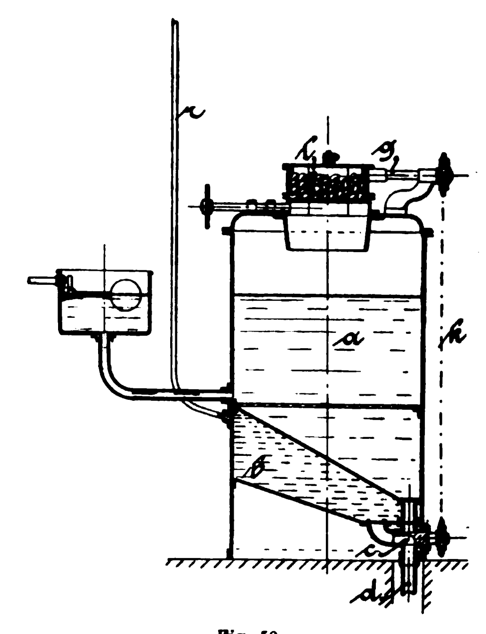


Fig. 52.
Acetylenentwickler von Fikentuher.

der Hahn *c* in die dargestellte Stellung gedreht, d. h. *a* geschlossen, *b* aber mit dem Ablaufrohr *d* verbunden wird. Der Inhalt von *b* läuft nun ab, wobei nur diejenige Menge des Schlammwassers entfernt wird, welche der dauernde Betrieb des Entwicklers erzeugt hatte und in *b* vorhanden war. Es wird hierdurch der Raum, in welchem der Entwickler steht, vollkommen gasfrei gehalten, da die Gase durch das Rohr *r* ins Freie geleitet werden und jeder Gasaustritt verhindert wird. Behufs zwangsläufiger Einstellung

des Dreiweghahnes c mit der Karbideinfüllvorrichtung l ist die Drehachse g des Deckels durch einen Kettenantrieb k mit dem Hahn verbunden, so dass bei Oeffnung des Deckels der Hahn so eingestellt wird, dass eine Verbindung des Entwicklers mit dem Messraum erfolgt, dagegen bei Schliessung des Deckels der Entwickler geschlossen und der Messraum geöffnet wird, wodurch die Ablassung des Schlammwassers von der Füllung des Apparates abhängt.

Bei den nach der *Kipp*'schen Methode arbeitenden Acetylenerzeugern (vgl. D. R. P. Nr. 95068 und das englische Patent Nr. 20453 vom Jahre 1895) wird durch die Aenderung der Wasserhöhe in dem Gasbehälter einerseits der Wasserzufluss und andererseits durch einen Schwimmer der Gasübertritt zum Gasbehälter geregelt, während eine getrennte Leitung für den Wasserzu- und Abfluss nicht zur Anwendung kommt. Der nachstehend beschriebene Apparat beruht auf demselben Prinzip, es findet bei demselben jedoch eine Verbindung des Entwicklers mit dem einem veränderlichen Wasserstande unterworfenen Gasbehälter statt. Es kommen hierbei drei Leitungen zur Verwendung, nämlich: 1. eine sich bei überschüssiger Gasnachentwickelung schliessende Gasübertrittleitung; 2. eine das Wasser von oben auf das Karbid leitende Wasser-

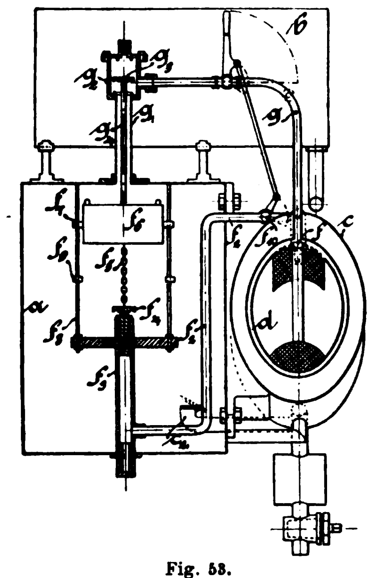


Fig. 53.
Acetylenentwickler mit selbstthätiger Regelung der Gas- und Wasserventile von Baldwin und Crastin.

zuflussleitung und 3. eine am Boden des Entwickelungsgefässes sich anschliessende Abzugleitung, durch welche die Feuchtigkeitsrückstände vom Gase in den Wasserraum des Gasbehälters abgeleitet werden.

Dieser *Acetylenentwickler mit selbstthätiger Regelung der Gas- und Wasserventile* von *George Baldwin* und *Cornelius Crastin* in London (D. R. P. Nr. 109287) ist in Fig. 53 dargestellt. Ueber einem geschlossenen Wasser- und Gasbehälter a befindet sich ein oben offener Behälter b zur Aufnahme der verdrängten Flüssigkeit, welcher mit a durch ein senkrechtes, nahe bis zum Boden von a reichendes Rohr verbunden ist. In dem schräg liegenden Gasentwickler c befindet sich ein auswechselbarer Behälter d, welcher mit Durchbrechungen versehen ist und das Karbid aufnimmt. Nach Einführen desselben in den Gasentwickler wird letzterer gasdicht geschlossen. Ein vom unteren Teile von c auslaufendes und mit einem Rückschlagventil versehenes Rohr c_2 verbindet c mit dem Wasserbehälter a, wodurch zwar der Eintritt des Wassers nach a, nicht aber dessen Rücktritt in den Entwickler ermöglicht wird. Das Wasser tritt in den Entwickler durch ein Düsenmundstück f mit Ausflussregelung ein und träufelt durch die Oeffnungen von d in letzteren ein, so dass es dem Karbid in verteilter Form zugeführt wird. An die Düse f ist ein mit Hahn f_{10} versehenes Rohr f_2 angeschlossen, welches von dem im Behälter a angebrachten Rohrschenkel f_3 ausgeht. Durch diese beiden Rohre kann, sobald die unter Wasser liegende Oeffnung des Rohres f_3 nicht durch das Ventil f_4 verschlossen ist, Wasser zur Düse f gelangen. Das Gasüberleitungsrohr g mit dem Anschlussrohr g_1 verbindet den oberen wasserfreien Teil des Behälters a mit dem oberen Teil des Entwicklers c. Zwischen g und g_1 ist das in dem Gehäuse g_2 befindliche, mit dem Spindelstab g_4 versehene Gasventil g_3 eingeschaltet.

Im Behälter a befindet sich der als Regelungsmittel dienende Schwimmer f_6, welcher mittels Ringe f_7 an den aufrechten Stangen f_8 geführt wird, welche mit Anschlägen f_9 zur Beschränkung der Abwärtsbewegung des Schwimmers versehen sind. An dem Schwimmer ist mittels Kette f_5 das bereits erwähnte Ventil f_4 aufgehängt und der obere Teil des Schwimmers bethätigt den lose auf demselben sitzenden Spindelstab g_4 des Gasventils g_3. Sinkt nun der Wasserspiegel im Behälter a unter eine gewisse Höhe, so schliesst sich das Ventil f_4 und sperrt die Wasserzufuhr nach dem Entwickler c ab. So lange das oberhalb des Wasserspiegels befindliche Gas nicht einen genügenden Druck hat, um das Wasser unter eine gegebene Standhöhe zu verdrängen, hält der Schwimmer das Gasventil g_3 offen, wodurch daselbst nach beendeter Wasserzufuhr im Entwickler noch gebildete Gas zum grössten Teil aus demselben nach dem Behälter a gelangen kann.

Bei Inbetriebsetzung des Entwicklers wird der Hahn f_{10} an dem Zuführungsrohr f_2 und dadurch gleichzeitig das Gasrohr g geöffnet, infolgedessen das Wasser in a bei höherem Wasserstande am Ventil f_4 vorbei durch $f_3 f_2$ zur Düse f fliesst und auf das Karbid niedersickert, bis durch Abnahme des Wassers der Schwimmer das Ventil f_4 schliesst und eine weitere Wasserzufuhr aufhört. Das entwickelte Gas gelangt hierauf nach a und bewirkt die weitere Senkung des Schwimmers und Schliessung des Gasventiles g_3. Infolge der Nachentwickelung von Gas erzwingt sich das letztere den Ausweg dadurch, dass es die Feuchtigkeit am Boden durch das Rohr c_2 unter Oeffnung des Ventiles c_3 austreibt und schliesslich selbst durch dasselbe austritt. Die Gasentwickelung wird auf diese Weise unterbrochen und etwa nachentwickeltes Gas gelangt nach dem Behälter a; ein übermässiger Gasdruck kann nicht stattfinden, da die Gasansammlung in a den Schwimmer weiter niederdrückt, wodurch das Ventil g_3 vollständig geschlossen wird. Durch Ableitung des Gases mittels des hier nicht dargestellten Leitungsrohres wird der Druck oberhalb des Wasserspiegels in a verringert und es erfolgt erneuerte Wasserzufuhr aus dem Behälter b, bis der Schwimmer f_6 das Gasventil g_3 und Wasserventil f_4 öffnet und der frühere Vorgang von neuem beginnt.

Mittels dieser Einrichtung kann das Volumen des im Behälter a befindlichen Gases durch das Ventil f_4 und dessen Schluss an dem Rohre f_3 geregelt werden, und zwar können diese Teile so eingestellt werden, dass die Menge Gases in a äusserst gering ist und der Druck desselben denjenigen einer Wassersäule von 15 cm nicht übersteigt. Durch das leichte und mittels des Stabes auf dem Schwimmer nun aufruhende Ventil g_3 kann das in a angesammelte Gas nicht gefährlich wirken, da das Ventil sofort gelüftet wird. Es werden, wie dies deutlich aus dem oben Gesagten zu ersehen ist, absatzweise nur kleine Gasmengen im Verhältnis zum Gasverbrauch erzeugt und ist die Gefahr einer Ueberflutung des Karbides, welche bei dergleichen Apparaten sonst nicht ausgeschlossen ist, vollkommen vermieden, da das Aufhören des Wasserzuflusses nicht von der Ueberwindung der Einströmungsbeschleunigung des erzeugten Gases abhängt, sondern mechanisch von der Senkung des Wasserstandes bezw. des Schwimmers im Gasbehälter.

(Fortsetzung folgt.)

Kleinere Mitteilungen.

Duplex-Stopfbüchsenpackung.

Man ist seit einiger Zeit bei neueren Maschinen vielfach zur Anwendung von Metallpackungen übergegangen, welche sich auch als zuverlässig gezeigt haben, doch besitzen dieselben den Uebelstand, sehr teuer zu sein und erheischen stetig grösste Aufmerksamkeit, Sorgfalt und gute Oelung.

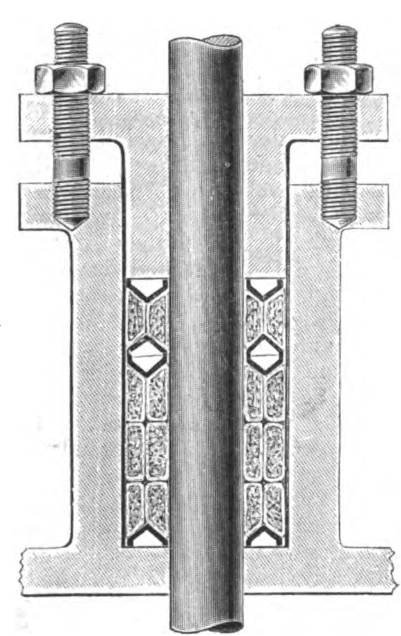


Fig. 1.

Im Laufe der letzten Jahre hat sich auch eine Packung unter dem Namen Duplex-Stopfbüchsenpackung von *P. Poensgen* in Köln in vielen Betrieben Eingang verschafft und auch bewährt (Fig. 1); sie dichtet infolge ihrer eigenartigen Anordnung selbst bei geringem Anziehen der Brille, legt sich gleichmässig in der ganzen Büchsenlänge an die Stangen an, wirkt selbstschmierend, weist geringe Reibung auf, erhält die Kolbenstangen spiegelglatt und besitzt grosse Elastizität und Dauerhaftigkeit.

Die Duplex-Packung besteht aus einer speziell dafür hergestellten bandartigen, metalldurchwirkten und mit einer Weichmetallpanzerung versehenen Weichpackung (Fig. 2). Dieselbe wird dem ihr bestimmten Verwendungszwecke entsprechend mit hierfür ausprobierten Fettpräparaten getränkt und in abgepassten Doppelabschnitten fertig zum Einlegen geliefert.

Je nach der Tiefe der Stopfbüchse wird eine gewisse Anzahl solcher Packungsdoppelringe wechselweise mit keilartig darauf wirkenden Metallringen von dreieckigem Querschnitt (Fig. 3) in dieselbe eingesetzt. Diese Metallringe sind zum Auseinander-

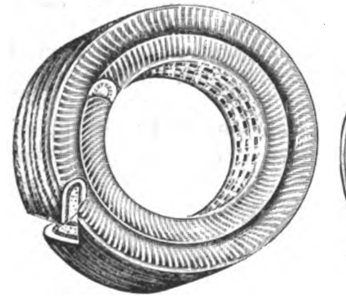


Fig. 2.

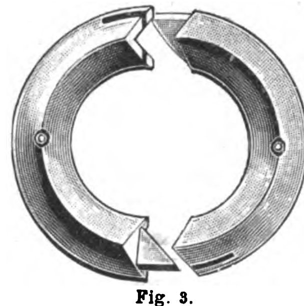


Fig. 3.

nehmen und mit Gewindelöchern versehen, so dass dieselben bei nötigwerdendem Neuverpacken mittels der dazu gelieferten Stahlstangen aus der Stopfbüchse herausgenommen werden können; sie kommen mit den sich bewegenden Maschinenteilen nicht in Berührung, sind keiner Abnutzung unterworfen und für jede Stopfbüchse nur einmal zu beschaffen.

Durch Anziehen der Brille pressen die keilartigen Metallringe die Packungsdoppelringe gleicherweise nach innen gegen die Kolbenstange wie nach aussen gegen die Büchsenwand, und erzeugen so in der ganzen Länge der Büchse eine gleichmässige Dichtung bei geringster Reibung, welche weder ausschmelzen noch durch Dampf oder Wasser ausgeblasen werden kann.

Bücherschau.

Die Eisenkonstruktionen des einfachen Hochbaues. Zum Gebrauch für Schule und Praxis bearbeitet von *R. Lauenstein*, Ingenieur und Professor an der Grossh. Baugewerkeschule in Karlsruhe, unter Mitwirkung von *A. Hanser*, Baurat in Karlsruhe. Zweiter Teil: Anwendung und Ausführung der Konstruktionen. Zweite Auflage. Mit 359 Abbildungen. Arnold Bergsträsser Verlagsbuchhandlung (A. Kröner) in Stuttgart. 1900. 191 S. Preis geh. 4 M., geb. 4,60 M.

Dem im Herbst vorigen Jahres erschienenen ersten Teile der zweiten Auflage, der das Material und die Konstruktionselemente im Hochbau behandelt, ist nun auch der insbesondere für den ausführenden Bautechniker wichtige zweite, die Anwendung und Ausführung der Konstruktionen behandelnde Teil gefolgt. Es werden in demselben in fünf Abschnitten behandelt: Deckenkonstruktionen, Säulen und Stützen, Wände, Erker und Balkone, Treppen, Dachkonstruktionen. Der unmittelbaren Praxis entnommene Rechnungsbeispiele geben eine sichere Anleitung zur analytischen und graphischen Berechnung der Konstruktionen.

Schiess- und Sprengmittel von *Oskar Guttmann*, Ingenieur-Chemiker in London. Braunschweig. Druck und Verlag von Friedrich Vieweg und Sohn. 1900. 88 Abbildungen.

Guttmann hat sich bei uns durch seine „Industrie der Explosivstoffe“, sein „Handbuch der Sprengarbeit“ und eine Reihe von in Fachzeitschriften erschienenen Originalarbeiten über Sprengstoffe vorteilhaft bekannt gemacht und alle Interessenten werden das neue Werk, das einen bis auf die Neuzeit ergänzten Sonderabdruck des 7. Bandes 4. Auflage von *Muspratt*'s theoretischer, praktischer und analytischer Chemie darstellt, freudig entgegennehmen. Wie im Vorwort hervorgehoben ist, wird eine Neubearbeitung der eingangs genannten „Industrie der Explosivstoffe“ geplant, das kürzere Werk ist unter anderem als ein Vorläufer des ersteren anzusehen. Als Separatabdruck des schon im Jahre 1898 geschriebenen Manuskripts für *Muspratt*'s Chemie ist es sogar als ein doppelter Vorläufer zu betrachten, denn der 7. Band von *Muspratt*'s Chemie ist bis heute noch nicht in den Händen der Abonnenten des Werkes, wenigstens hat ihn der Unterzeichnete noch nicht erhalten. Doch dies nebenbei!

Der Inhalt des Werkes verteilt sich auf 245 Seiten. Zuerst wird eine geschichtliche Einleitung gegeben, dann folgen unter Vorausstellung einer Schilderung der Rohmaterialien die Schwarzpulverfabrikation, Analyse, Eigenschaften des Pulvers, sein Chemismus und seine physikalischen Verhältnisse bei der Verpuffung u. s. w.; ähnlich behandelt sind die dem Schwarzpulver verwandten Fabrikate. Hieran reihen sich die Nitrokörper, als Schiesswolle, Nitroglycerin, Dynamite. Den Sicherheitssprengstoffen ist ebenfalls ein Kapitel gewidmet. Einen breiteren Raum nehmen die rauchlosen Pulver mit Recht ein. Nachdem noch eine kurze Abhandlung über die Explosivstoffe aus aromatischen Kohlenwasserstoffen (Pikrate und anderen aromatischen Nebenprodukten) gewidmet ist, folgen die Kapitel über Knallquecksilber, Zündhütchen, Zündschnüre und die Prüfungsapparate für Explosivstoffe und eine Anleitung zur Vornahme der in England üblichen Wärmeprobe. Das *Guttmann*'sche Werk sei hiermit bestens empfohlen. *Bujard.*

Traction électrique, extrait des leçons professées à l'institut électrotechnique Montefiore par *Eric Gerard*, Directeur de cet Institut, professeur à l'Université de Liége. Paris. Gauthier-Villars. 1900. Preis 3,50 Fr.

Wir haben erst unlängst zwei andere Teile der elektrotechnischen Vorträge des rühmlichst bekannten Autors hier der Besprechung unterzogen und können uns vorliegendenfalls im wesentlichen auf bereits Gesagtes berufen, namentlich was die treffliche Auswahl der Beispiele anbelangt und die Fasslichkeit der *Gerard*'schen Darstellung. Die Sprache an sich ist schlicht und klar, so dass das neun Druckbogen umfassende Buch auch von minder sprachgewandten Nichtfranzosen unschwer und mit Nutzen gelesen werden kann. Schade, dass sich der Autor in seinen Darlegungen lediglich auf die elektrischen Eisenbahnen beschränkt hat und alle übrigen neueren Tractionsformen unberücksichtigt liess. Dafür ist allerdings der in Betracht kommende *eine* Zweig eingehend und sorgfältig behandelt. Von den 92 beigegebenen Abbildungen sind die linearen und auch einige Photogalvanogravüren recht hübsch ausgeführt, eine grössere Anzahl der letzteren aber so mangelhaft abgezogen, dass sich in Deutschland wohl keine Druckerei gestattet haben würde, Aehnliches aus ihrer Officin hinauszugeben, und dass ebensowenig ein Verleger zu finden gnwesen wäre, der es angenommen hätte.

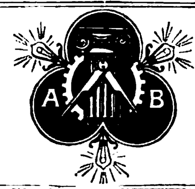
Arnold Bergsträsser Verlagsbuchhandlung (A. Kröner) Stuttgart.
Druck der Union Deutsche Verlagsgesellschaft ebendaselbst.



DINGLERS
POLYTECHNISCHES JOURNAL.

81. Jahrg., Bd. 315, Heft 45. Stuttgart, 10. November 1900.

Jährlich 52 Hefte in Quart. **Abonnementspreis** vierteljährlich 6 M., direkt franko unter Kreuzband für Deutschland und Oesterreich 6 M. 65 Pf., für das Ausland 7 M. 30 Pf. Redaktionelle Sendungen und Mitteilungen bittet man zu richten: **An die Redaktion von „Dinglers Polytechn. Journal“ in Stuttgart**, die Expedition betreffende Schreiben an **Arnold Bergsträsser** Verlagsbuchhandlung (A. Kröner) Stuttgart.



Ein Rückblick auf die Entwickelung der Starkstromelektrotechnik innerhalb der letzten drei Jahre.

Die Elektrotechnik hat nunmehr das Stadium der Sturm- und Drangperiode überschritten und ist, da epochemachende Neuerungen nur wenige mehr zu verzeichnen sind, in das Stadium der ruhigen zielbewussten, dafür um so mächtigeren Entwickelung übergetreten. Durch vielseitiges systematisches Studium sind nunmehr die massgebenden Grundlagen, auf welchen sich die Elektrotechnik aufbaut, erkannt, die Theorien entwickelt, und ist man dadurch in die Lage versetzt, alles das, was früher auf dem mühsamen und kostspieligen experimentellen Wege festgestellt werden musste, nunmehr mit Sicherheit vorausberechnen zu können. Namentlich die Untersuchungen über das magnetische Verhalten der verschiedenen Blech- und Eisensorten haben hier bahnbrechend gewirkt und ist man nunmehr durch die Entwickelung der magnetometrischen Messmethoden im stande, die magnetischen Eigenschaften des zur Verfügung stehenden Materiales im vornherein feststellen und auf Grund derselben die Berechnung aufbauen zu können. Diese Untersuchungen führten auch dahin, dass den Lieferanten des Rohmateriales die Bedingungen, welchen dasselbe zu entsprechen hat, vorgeschrieben werden konnten, wodurch dieselben bemüssigt waren, bei ihrer Fabrikation, den allerdings noch nicht vollständig erkannten Grundursachen, welche die guten magnetischen Qualitäten des Materiales bedingen, die vollste Aufmerksamkeit zu widmen. Dadurch ist es gelungen, die Unzuverlässigkeit, welche früher dem Materiale anhaftete, selbst wenn es aus einer und derselben Erzeugungsquelle stammte, fast vollständig zu beseitigen. Allerdings sind es dermalen nur wenige Lieferanten, welche diese Bedingungen voll einzuhalten vermögen, allein auch darin wird bei dem herrschenden Konkurrenzkampfe und den bedeutenden Quantitäten, welche bei der stetig steigernden Anwendung elektrischer Einrichtungen verarbeitet werden, in Bälde ein gründlicher Umschwung vorauszusehen sein.

Die Bemühungen, die Erzeugung des elektrischen Stromes dadurch zu verbilligen, dass man die der Kohle innewohnende Wärmeenergie direkt in elektrische Energie umwandelt, um die zahlreichen Uebersetzungsverluste, die bei der Umsetzung der Wärmeenergie in mechanische Arbeit und deren weitere Umwandlung in elektrische Energie entstehen, zu vermeiden, haben trotz der vielfachen intensiven Bemühungen bisher zu keinem Erfolge geführt. Die gewonnenen Ergebnisse lassen auch für die kommende Zeit kaum ein besseres Ergebnis erwarten. Und doch ist dies der Zielpunkt, auf den hingesteuert werden muss, weil das Erreichen dieses Zieles nicht nur für die Entwickelung der Elektrotechnik eine ganz ungeahnte Perspektive eröffnen, sondern auch einen Umschwung im technischen und industriellen Leben bedeuten würde. Erwägt man nur, dass dermalen unter den günstigsten Bedingungen von der Wärmeenergie der Kohle nur 12 bis 15 % als nutzbare Energie an den Klemmen der Elektrogeneratoren gewonnen werden kann, dass hingegen bei direkter Umwandlung der Wärmeenergie in elektrische Energie zum mindesten ein Nutzeffekt von 60 % zu erwarten sein wird, so bedeutet dies eine so ungeheure Ersparnis an Brennmaterial, dass hierdurch nicht nur die Dampfmaschine sofort verdrängt und durch den Elektromotor ersetzt werden würde, sondern auch die heute noch offene Frage der elektrischen Beheizung sofort gelöst erschiene und die elektrische Beleuchtung alle übrigen bekannten Beleuchtungsmethoden verdrängen müsste.

Die Stromerzeugungsmaschinen oder Elektrogeneratoren haben in Bezug auf mechanische Konstruktion und Nutzeffekt bereits eine solche Vervollkommnung erfahren, dass in dieser Beziehung, sowie auch bei den Gleichstrommaschinen in Bezug auf die funkenlose Stromabgabe bei verschiedenen Belastungen und unveränderter Bürstenstellung kaum noch eine Verbesserung zu erzielen sein wird. Diese Resultate können jedoch nur unter Aufwand von vielem kostbaren Materiale erreicht werden, wodurch die Maschinen nicht nur sehr gewichtig ausfallen, sondern auch in ihren Erzeugungskosten sehr hoch zu stehen kommen. Das Bestreben, in dieser Richtung hin Ersparnisse zu erzielen, macht sich daher allenthalben geltend und haben die Studien *W. H. Mordey*'s, welcher die Fehler- und Schattenseiten der älteren Konstruktionen aufdeckte, hierzu nicht unwesentlich beigetragen.

Ein weiterer Zug geht dahin, immer grössere Maschinen zu bauen, da sich hier bei dem günstigsten Nutzeffekte die Erzeugungskosten auf die Leistungseinheit bezogen, bedeutend herabdrücken lassen. Während in früheren Zeiten Maschinen von 25 bis 30 Kilo-Watt Leistung schon als grosse Maschinen angesehen wurden, sind heutzutage solche von 500 bis 600 Kilo-Watt keine Seltenheit mehr. Wie aber die riesigen Elektrogeneratoren der elektrischen Kraftwerke an den Niagarafällen erweisen, welche eine Leistung von rund 3680 Kilo-Watt besitzen, ist man auch schon weit über diese Grenzen hinausgegangen.

Die Elektromotoren als solche haben nahezu denselben Entwickelungsgang durchzumachen gehabt, wie die Stromerzeuger, nur dass sich selbe in Bezug auf die Grössen und Leistungsverhältnisse, den an dieselbe gestellten besonderen Anforderungen anpassen mussten.

Das Ziel beim Baue der Gleichstrommaschinen geht allgemein dahin, das Gewicht derselben, die stets gleiche Leistung vorausgesetzt, möglichst herabzudrücken, was fast allgemein durch Verringerung der Ankerreaktion zu erreichen gesucht wird. Bahnbrechend in dieser Beziehung war *Mordey*, welcher einen Gedanken von *Sayers*, nämlich der Selbstinduktion der kurzgeschlossenen Spule eine elektromotorische Gegenkraft entgegenzusetzen, verwertete. *Sayers* verband ursprünglich in Ausführung dieses Gedankens die einzelnen Sektionen der Wickelung nicht direkt mit den Kollektorsegmenten, sondern fügte zwischen diese Windungen Hilfsspulen, die jedoch nur in dem Momente zur Wirkung gelangten, während welchem die Windung kurzgeschlossen war. Da diese Spulen, von welchen nur stets eine einzige in Wirkung tritt, einen grossen Raum am Ankerumfange einnehmen und für die Leistung der Maschine nutzlos sind, nutzte *Mordey* diese Windungen in der Weise aus, dass er jede Ankersektion in zwei Teile teilte, zwischen denen eine grössere Anzahl

von Sektionen Platz findet. Bei einer Sektion einer Ringwickelung legte er die Hälfte der Windungen so an zwei verschiedene Stellen des Ankers, dass die beiden Windungen den nahezu gleichen Abstand von den beiden Polschuhen haben. Befinden sich die beiden Windungen unter dem Einflusse desselben Poles, so verstärken sich ihre elektromotorischen Kräfte. Sobald die Wickelung aber unter die Bürste gelangt und der Selbstinduktionsstrom entsteht, ist auch schon der eine Teil der Wickelung unter die Einwirkung des nächsten Poles gelangt und erzeugt eine gegenelektromotorische Kraft, welche den Kurzschlussstrom aufhebt und den Hauptstrom umkehrt. Durch diese Wickelungsart, welche sich ebenso einfach auch für Trommelwickelungen anwenden lässt, wird die Wirkung der sogen. Gegenwindungen fast gänzlich aufgehoben, so dass sich die Leistung einer solchen Maschine nach *Mordey*'s Angaben um etwa 30 % erhöht. Die Quermagnetisierung erscheint aber hierdurch nicht beseitigt. *Ryan*, *Fischer-Hinnen*, *Thompson*, *Swinburne* und *Seidener* suchten nun den Einfluss derselben unschädlich zu machen. Ursprünglich trachteten *Ryan* und *Fischer-Hinnen*, die sich der Priorität streitig machten, dies dadurch zu erzielen, dass sie die Polschuhe parallel zur Ankerachse durchlochten und durch die Löcher eine Wickelung durchzogen, die mit dem Anker in Serie geschaltet war. Diese Anordnung, den zweiten Teil der Ankerreaktion zu beseitigen, war jedoch, wenn auch theoretisch richtig, praktisch schwer durchführbar, weshalb *Fischer-Hinnen* später in der Mitte des Poles eine Nut anbrachte, in welche diese Kompensationswickelung eingelegt wurde, wodurch die Kompensation, namentlich bei den Maschinen nach dem Manchester- und Kapp-Typus, praktisch leicht ermöglicht wird. *Thompson* versieht zur Verringerung der Quermagnetisierung den ganzen Magnetpol mit Schlitzen, um dem magnetischen Kreislaufe für die Querwindungen einen grossen magnetischen Widerstand zu geben, ohne jedoch hiermit besondere Resultate zu erzielen, da bei mässiger Sättigung der Magnete die Zerteilung der Pole wenig Einfluss übt, bei starkgesättigtem Eisen die Quermagnetisierung an und für sich nicht sehr bedeutend ist. Ueber die *Swinburne*'sche Methode, in die Mitte des Raumes zwischen den Polschuhen Hilfspole zu setzen und dieselben durch eine Spule in Serien mit dem Ankerstrom erregen zu lassen, liegen keine Ergebnisse vor, doch dürfte die Wirkung dieselbe sein, wie bei der späteren Anordnung von *Fischer-Hinnen*, welcher zwar gleichfalls Hilfspole anwendete, dieselben aber nicht mit eigenen Spulen umgab, sondern eine Serienwickelung auf selbe wirken liess, die oberhalb des Hilfspoles mit der Nebenschlusswickelung gleich unterhalb derselben entgegengesetzt gerichtet ist, so dass diese Spule auf das gesamte Feld keinen Einfluss hat, aber ein Hilfsfeld bildet, genau von derselben Wirkung, wie die Spule auf dem Hilfspole *Swinburne*'s. Von einer solchen Maschine mit normal 400 Ampère konnten mit Hilfe dieser Wickelung 1200 Ampère abgenommen werden, ohne dass dieselbe feuerte. *Seidener* macht durch die ganze Länge des Polkernes in der Mitte einen Schlitz und bringt auf der vorderen Hälfte des einen Poles und auf der diametral entgegenliegenden Hälfte des anderen Poles eine Serienwickelung an, deren Stromrichtung die gleiche wie die der über dieselbe gelegten Nebenschlusswickelung ist und erreicht hierdurch nahezu das gleiche Resultat.

Bei der neuesten *Sayer*'schen Anordnung zur Bekämpfung der Ankerrückwirkung, welche aus dem Jahre 1898 stammt, werden Hilfspole angewendet, wobei die eigentlichen Magnetpole von einem Eisenrahmen umgeben sind, der über die erregende Wickelung aufgeschoben wird und die Hilfspole trägt. Ihr Zweck ist die Erzeugung eines Hilfsfeldes, das nur durch die quermagnetisierende Wirkung der stromdurchflossenen Armatur hervorgerufen wird und mit dem eigentlichen induzierenden Felde in keinem Zusammenhange steht. Da auch der Anker in diesem Falle die ursprüngliche Kompensations- oder Hilfswickelung trägt, wächst nicht nur die Intensität dieses Hilfsfeldes annähernd proportional mit der Ankerbelastung, und vermindert den durch die Quermagnetisierung entstehenden Spannungsverlust, sondern es wird auch die für die Stromumkehrung erforderliche elektromotorische Kraft erzeugt. Die Kompensationswickelung bedingt hierbei keinen wesentlich höheren Kupferaufwand in der Armatur, da die Hilfswindungen, in welchen der Strom intermittierend ist, eine bedeutende Stromdichte zulassen. Anderenteils kann durch das Hilfsfeld wieder an Magnetkupfer gespart werden. Die Versuche mit Maschinen nach diesen Anordnungen haben sowohl in Bezug auf Leistungsfähigkeit, als funkenloses Arbeiten bei jeder Belastung die besten Resultate ergeben.

Was den allgemeinen Bau der Dynamomaschinen betrifft, so sind namentlich in Amerika eine Reihe von charakteristischen Aenderungen zu verzeichnen.

Die Gleichstromdynamos werden selbst für sehr geringe Leistungen fast durchgehends multipolar ausgeführt. Die Feldmagnete bestehen hierbei aus einem kreisförmigen Jochkranze mit nach innen gerichteten Kernen. Für den Jochkranz gelangt zumeist Gusseisen zur Verwendung, wogegen der früher sehr beliebte Gussstahl immer weniger für diese Zwecke verwertet wird, weil sich Gusseisen in Bezug auf seine magnetischen Eigenschaften viel homogener als letzterer herstellen lässt. Die Kerne werden zumeist aus Weicheisenplatten oder Blechen von 3 bis 7 mm Stärke hergestellt. Ja, man geht sogar, um eine bessere Ausnutzung zu erzielen, schon daran, dieselben ebenso wie die Anker aus Blechen von 1 bis 2 mm herzustellen. Zum mechanischen Schutze der Feldmagnetwickelungen werden die Joche breiter hergestellt, so dass sie dieselben überragen, dagegen geringer im Fleische gehalten. Bei gewissen Typen sind die Jochkränze selbst mit nach innen gerichteten Flanschen versehen, um die Spulen noch mehr zu schützen.

Da nunmehr grosse Kraftliniendichte angestrebt wird, sieht man ziemlich allgemein von der Anwendung von Polschuhen ab, ja verjüngt selbst die Kerne zuweilen. Durch die Anwendung von Nutenankern werden die Kraftlinien bei den Zähnen zusammengedrängt, wodurch die Kraftliniendichte des Luftzwischenraumes grösser wird als in den Eisenkernen. Durch diese Anordnung wird beabsichtigt, die Einwirkung des Armaturstromes auf das Feld möglichst klein zu machen. Die Ankernuten sind so eingeschnitten, dass sie an der Basis in der Regel schwächer sind als an den Enden. Hierdurch wird, wiewohl sich die Wickelung schwieriger gestaltet, ein sehr guter Schutz und eine gute Befestigung der Wickelung ermöglicht. Wiewohl zur Befestigung der Armaturwickelung noch häufig Bindedrähte verwendet werden, so werden doch nunmehr Holzleisten, welche von der Stirnseite in die einzelnen Nuten eingeschoben werden und sich gegen die Zahnenden gut anlegen, vorgezogen, weil hierdurch die Wickelung gut festgehalten und geschützt wird. Die in der Regel durch Ringe festgehaltenen Kollektoren haben entsprechend der grösseren Polzahl auch einen vergrösserten Durchmesser. Kohlenbürsten werden nunmehr auch bei Dynamos von 100 Volt Spannung fast allgemein angewendet. Die Bürstenhalter sind wesentlich verbessert. Die Bürsten sind nicht geklemmt, sondern legen sich locker gegen ein Kupferlager und ein Kontaktstück auf der einen, gegen den Komutator auf der anderen Seite an und werden mittels eines Hebels und einer Feder gegen beide festgedrückt. Bei grösseren Maschinen kommen Bürstenankerringe vielfach zur Verwendung und werden zuweilen zwei Ringe angebracht, von denen jeder die Bürsten gleicher Polarität trägt. Hiermit sind in allgemeinen Umrissen die für den heutigen Bau der Dynamomaschinen geltenden Grundzüge festgelegt.

Unter den Spezialtypen von Dynamomaschinen für besondere Zwecke sind insbesondere solche Maschinen hervorzuheben, welche den im Betriebe vorkommenden heftigsten Stössen, sowohl in elektrischer als auch mechanischer Beziehung Widerstand zu leisten vermögen. Dieselben müssen daher in mechanischer Hinsicht derart fest gebaut werden, dass eine Störung nicht zu befürchten ist. Insbesondere gilt dies für die Ankerdrähte, bei welchen eine Veränderung in der Form oder Lage absolut hintangehalten werden muss. In elektrischer Beziehung muss der Forderung entsprochen werden, dass am Komutator bei einmal eingestellten Bürsten trotz aller Belastungswechsel keine Funkenbildung auftreten kann. Als Mustertype derartiger Maschinen kann die neueste Type der *Walker*'schen Gleichstrommaschinen angesehen werden, wie solche in Amerika

namentlich zur Erzeugung der elektrischen Ströme für den Bahnbetrieb Verwendung finden.

Erwähnenswert ist die Schaltungsanordnung zur Erregung von Gleichstromnebenschlussmaschinen von Prof. *A. Sengel* in Darmstadt, welche auf Anordnung einer dritten Bürste in der Weise beruht, dass irgend ein Punkt der Ankerwickelung mit einem besonderen Schleifring verbunden wird, auf welchem die dritte Bürste schleift, wodurch eben Strom von der halben normalen Spannung abgenommen wird. Diese Anordnung, welche sich speziell für Maschinen mit höherer Spannung und geringerer Leistung empfiehlt, gewährt den Vorteil der Verringerung der Material- und Herstellungskosten und einer besseren Ausnutzung des Wickelungsraumes.

Eine dritte Spezialtype von Dynamos für Gleichstromerzeugung ist die Maschine von *Rushmore* zur Abnahme mehrerer voneinander unabhängiger Spannungen von ein und derselben Maschine. Im Aufbaue besteht kein prinzipieller Unterschied gegenüber den normalen vielpoligen Maschinen. Dadurch jedoch, dass die Ankerwickelung in eine Serie von Stromkreisen zerlegt wird, deren Zahl mit jener der verbundenen Polpaare in Zusammenhang steht und die einzelnen voneinander unabhängigen Stromkreise zu je einem Bürstenpaare des gemeinsamen Komutators führen, ist diese Möglichkeit erreicht. Es speist hierbei die Spannung, die zwischen zwei derartigen Bürsten herrscht, die Erregerwickelung jenes Polpaares, welches der betreffenden Armaturabteilung entspricht. Es kann sohin jede Dynamo so viele Stromkreise besitzen, als Polpaare vorhanden sind, und lässt sich Spannung und Stromstärke in jedem dieser Kreise nach Belieben gestalten, was teilweise durch die Dimensionen der Drahtwindungen, teilweise durch Regulierwiderstände im Erregerstromkreise bewerkstelligt wird. Leider ist es bei einem derartigen Rückblick versagt, auf die näheren Details der Einrichtungen einzugehen und ist man bemüssigt, sich nur auf ein kurzes Charakteristikum derselben zu beschränken.

Auf dem Gebiete der Ein- und Mehrphasenwechselstromgeneratoren gelangten die bereits einleitend für die Gleichstrommaschinen bekannt gegebenen Konstruktionsprinzipien, soweit sich selbe auf die Eigenart dieser Generatoren übertragen liessen, gleichfalls zur Anwendung. Die Theorie dieser im Baue gegenüber den Gleichstromgeneratoren einfachen Maschinen, hat sich im Laufe der Zeit entwickelt und erweitert und hierdurch die geheimnisvollen Vorgänge, welche sich im Inneren dieser Maschinen im Betriebe abspielen, ihres Schleiers beraubt. Die so gewonnene Erkenntnis konnte nicht verfehlen, auch auf den Bau dieser Maschinen ihren Einfluss auszuüben, der aber weniger in der äusseren Anordnung als in der gesetzmässigen Berechnung und Abmessung der einzelnen Teile des Gesamtkomplexes seinen Ausdruck findet. Auch macht sich nunmehr, namentlich in Deutschland, das Bestreben geltend, die Maschinen für jene Fälle, wo es sich um Uebertragung der elektrischen Energie über grössere Entfernungen handelt, dieselben ebenso, wie die Elektromotoren, direkt für hohe Spannungen zu bauen, um die Zwischenverluste in den Transformatoren zu beseitigen. Unter den neueren Typen der Wechselstrommaschinen sei ein Induktoralternator von *Mordey* mit einem einzigen Kranze von Anker- und Erregerspulen, oder auch mit zwei nebeneinander stehenden Kränzen erwähnt. Hierbei hält ein ringförmiges Gussstück die Erregerspulen und werden die Ankerringe zwischen diesen und den Polstücken angeordnet. Diese Maschine, welche nur für eine Wechselzahl von 50 Perioden und darunter gebaut wird, soll sehr gute Resultate ergeben und deren Spannungsabfall zwischen voller, aber nicht induktiver Belastung und Leerlauf nur 35 % betragen.

Eine ähnliche Anordnung eines Induktoralternators mit fest angeordneter Ankerwickelung und Erregerspulen findet sich in den von der Firma *Fabius Henrion* in Nancy gebauten Alternatoren. Die Vorteile dieser als Gleichpolmaschinen bezeichneten Generatoren liegen in der grösseren Einfachheit, geringeren Drahtlänge und besseren Isolierung, und werden deshalb derartige Maschinen auch in Deutschland und der Schweiz vielfach gebaut.

Es ist nunmehr auch gebräuchlich geworden mit Maschinen zu arbeiten, in welchen die Phasenverschiebung eine sehr veränderliche ist. Hierdurch sind jedoch die Regulierungsschwierigkeiten bei Wechselstromeinrichtungen bedeutend grössere geworden, indem man hier sowohl mit Aenderungen der Stromstärke als auch der Phasenverschiebung zu rechnen hat. Um daher störende Spannungsschwankungen hintanzuhalten, müssen dann die Alternatoren gegen Ankerrückwirkung und Selbstinduktion möglichst unempfindlich gemacht werden. Die für einen minimalen Spannungsabfall gebauten Generatoren werden aber viel schwerer und teurer, und geben nebstbei auch noch einen geringeren Nutzeffekt. Dementsprechend wäre eine Compoundierung der Wechselstromgeneratoren für den Wechselstrombetrieb von grosser Bedeutung. *Danielson* sucht nun diese Compoundierung in der Weise zu erreichen, dass er die Armatur der Erregermaschine nebst der Gleichstromwickelung noch mit einer Wechselstromwickelung versieht, welche von einem Wechselstrom des Generators durchlaufen wird. Man lässt dabei die Erregermaschine mit einer Geschwindigkeit laufen, dass ihre magnetische Periodizität derjenigen des Generators gleich ist. Der Wechselstrom wird nun so in die Armatur der Erregermaschine eingeleitet, dass er auf das Feld dieser Maschine zurückwirkt und selbes in dem Masse verstärkt, wie die Phasenverschiebung im Hauptstrome vergrössert und wie der Strom in diesem Kreise stärker wird.

Bei Versuchen mit einer derart konstruierten Dreiphasenmaschine, bei welcher die Erregermaschine auf eine gemeinsame Achse mit dem Wechselstromgenerator aufmontiert war, ergab sich, dass diese Art der Compoundierung selbst bei induktiver Belastung wirksam war und die Spannung sich ziemlich konstant erhielt. Es ist hiermit also ein neuer Weg gegeben, auf welchem sich die Wechselstrommaschinen noch weiter ausbilden lassen werden. Eine ähnliche Anordnung wurde auch bereits von *Leblanc* für Induktionsgeneratoren in Vorschlag gebracht.

Die für den praktischen Betrieb sowohl der Gleich- als Wechselstromgeneratoren unbedingt erforderlichen Anlassvorrichtungen haben ebenso wie die Vorrichtungen zum Parallelschalten der Wechselstrommaschinen wesentliche Verbesserungen erfahren und sind die diesbezüglich geschaffenen Anordnungen und erstatteten Vorschläge so zahlreich, dass hier, wo bloss die Hauptmomente hervorgehoben werden können, ein Eingehen auf dieselben um so mehr ausgeschlossen ist, als sich die diesbezüglichen verschiedenartigen Einrichtungen im praktischen Betriebe fast gleichmässig gut bewährt haben.

Da das Bestreben fast allgemein dahin gerichtet ist, bei grösseren elektrischen Anlagen mit ausgedehntem Versorgungsgebiete, mit möglichst hohen Spannungen zu arbeiten, um die viel Geld verschlingenden Leitungsanlagen so ökonomisch als möglich ausführen zu können, ohne hierbei jedoch im Betriebe mit grossen Energieverlusten rechnen zu müssen, wurde auch den Transformatoren, welchen die Aufgabe obliegt, den einlangenden Strom nicht nur auf die gebotene Verbrauchsspannung, sondern auch in die für den angestrebten Zweck benötigte Stromform umzuwandeln, besonderes Augenmerk zugewendet.

Wie schwierig sich die Aufgaben schon bei Transformatoren zur einfachen Umwandlung der Spannung infolge der durch den praktischen Bedarf gestellten Anforderungen oft stellen, zeigt sich am besten an den für die Kraftübertragung am Niagara von der *Westinghouse Electric Manufacturing Co.* gelieferten Transformatoren. Hier galt es, das Umsetzungsverhältnis im Transformator bei sehr hohen Werten der Spannungen und der Stromstärken auch während des Betriebes zu ändern. Es konnten hierfür jedoch keine hinreichend gut funktionierenden Schalter zur Vermehrung oder Verminderung der Zahl der Primär- bezw. Sekundärwindungen gefunden werden. Die sich hieraus ergebende Schwierigkeit wurde jedoch überwunden und besteht das hierbei angewendete Prinzip im Wesen in der Erzeugung einer Zusatzspannung, die der Hauptspannung je nach Bedarf additiv oder subtraktiv hinzugefügt wird. Es weist dies überzeugend nach, dass die Elektrotechnik sich bereits auf einer so hohen Entwickelungsstufe befindet, dass sie allen durch besondere Verhältnisse gegebenen abnormalen Anforderungen Rechnung zu tragen vermag.

Aehnliche Verhältnisse finden sich bei den von der *General Electric Co.* an die *Union Carbide Co.* gelieferten Transformatoren vor. Diese Transformatoren zeichnen sich durch ihre Grössenverhältnisse und ihren grossen Nutzeffekt aus. Jeder dieser Transformatoren hat 1200 PS Leistung, wiegt 25 t und gibt bei voller, halber und viertel Belastung 98,3, 97,3 und 95,3 % Nutzeffekt. Zur Hintanhaltung der Erwärmung sind diese Transformatoren mit Oel- und Wasserkühlung versehen.

Ein besonders bemerkenswerter Transformator ist der von *E. B. Payne* und *H. E. Gaugh* entworfene Transformator für eine effektive Spannung von 150000 Volt. Als Isolationsmaterial wurde nach verschiedenen Versuchen Kerosen gewählt, welches sich bestens bewährte. Berücksichtigt man, dass eine Spannung von 200000 Volt die einer effektiven von 150000 Volt entspricht, einen Luftzwischenraum von 40 cm überspringt, so muss das erzielte Ergebnis als ein äusserst günstiges betrachtet werden.

Die *Helios Elektrizitäts-A.-G.* in Köln hat eine neue Type von Transformatoren geschaffen, die sich durch einfachen und soliden Aufbau, geringe Eisenverluste, schwache Streuung und kleinen Leerstrom auszeichnet. Durch die eigenartige Form des Kernes wird die Bildung eines magnetisch geschlossenen Kreises gewährleistet, und auch die wirklich fabriksmässige Herstellung von Transformatoren ermöglicht. Dieselben werden bis zu einer Gesamtleistung von 5000 Kilo-Watt gebaut.

Bezüglich dieser stabilen Transformatoren sei noch im allgemeinen erwähnt, dass das Bestreben nunmehr dahin geht, dieselben für grössere Leistungen zu bauen und von denselben ausgedehntere Konsumgebiete versorgen zu lassen, um so die bei Transformierung entstehenden Verluste, die namentlich bei schwacher Belastung grössere werden, auf ein geringeres Mass herabzudrücken.

Wiewohl sich Mehrphasenstrom direkt zur Abnahme für elektrische Beleuchtung eignet, erweist sich speziell Einphasenstrom hierfür viel geeigneter. Von diesem Gesichtspunkte ausgehend, hat Prof. *Grassi* einen Transformator zur Umwandlung von Dreiphasen- in Einphasenstrom geschaffen, bei welchem die Primärspulen der Transformatoren in Sternschaltung, die Sekundärspulen in Serie geschaltet sind. Hierbei wird die Windungszahl der mittleren Primär- und Sekundärspule ungefähr zweimal so gross gehalten wie die jedes anderen Zweiges. Um nun das Primärnetz nicht unsystematisch zu belasten, und dasselbe ebenso wie die Generatoren bei Abnahme von Einphasenwechselstrom nicht ungünstig zu beeinflussen, wird die Leistung auf drei Transformatoren verteilt, die ein gemeinschaftliches Beleuchtungsgebiet mit Strom versorgen.

Zur Umwandlung von Ein- oder Mehrphasenströmen in Gleichstrom verwendet man fast allgemein die Motorgeneratoren, bei welchen ein Wechselstrommotor eine an der gleichen Welle befestigte Dynamomaschine für Gleichstrom antreibt. Statt nun zwei Maschinen nebeneinander zu bauen, ist es von Vorteil, direkt eine Maschine zu verwenden, welche mit doppelter Wickelung und mit einem Kollektor für die Abnahme der Gleichströme versehen ist. Schleifringe sind mit der anderen Wickelung verbunden, um Ein- oder Mehrphasenstrom aufnehmen zu können. Hierbei soll der Motor direkt mit hochgespannten Wechselströmen betrieben werden, um die Transformierung des Wechselstromes von hoher auf niedere Spannung und die damit verbundenen Verluste zu vermeiden und die Anlage zu vereinfachen.

Es ergibt sich gegenüber den sonstigen auch üblichen Motorgeneratoren, den sogen. Konvertern, bei welchen die Armaturwickelung nicht bloss mit den Segmenten des Kollektors, sondern auch mit den Schleifringen zur Aufnahme des Wechselstromes in Verbindung steht, so dass der Motorgenerator durch die Wechselströme als Motor getrieben wird und gleichzeitig Gleichstrom liefert, der Vorteil, dass die Transformatoren vermieden werden können. Der Nachteil derselben liegt aber darin, dass die gesamte Anordnung der Wickelungen auf dem Anker mit bedeutenden Schwierigkeiten verbunden ist, und sich sohin Verluste ergeben könnten, die grösser als die in den Transformatoren entstehenden sind.

Eine eigenartige Erscheinung bei rotierenden Umformern, welche, sobald dieselben in Parallelschaltung arbeiten, häufig auftritt, nämlich das Pumpen, welches darin besteht, dass plötzlich im Gleichstromkreise beträchtliche Spannungsschwankungen, die pulsierend auftreten, entstehen, hat *Steinmetz* dadurch zu beseitigen vermocht, dass er die Feldmagnetpole mit breiten Kupferstreifen überbrückte. Diese Erscheinung des Pumpens wurde bei den Dreiphasengleichstromumformern der *Central London Railway* in hohem Grade bemerkt und verschwand nach dem Anbringen solcher Kupferbrücken sofort.

Die Umformung der Wechselströme mittels rotierender Motorgeneratoren ist aber ziemlich kostspielig, da sowohl ruhende Wechselstromtransformatoren als auch die Motorgeneratoren bedeutende Kosten verursachen und bei dieser doppelten Umsetzung bedeutende Verluste entstehen. Es sind daher die Bestrebungen auch dahin gerichtet, diese Umformung in betriebssicherer Weise ohne Motorgeneratoren durchzuführen.

Schon im Jahre 1892 haben sich *Hutin* und *Leblanc* ein Verfahren patentieren lassen, um Einphasenströme in der Weise in Gleichströme umzuwandeln, dass die Sekundärwickelung des zur Umformung der hoch gespannten Ströme dienenden Transformators aus je zwei Spulensystemen entgegengesetzter Windungsrichtung gebildet wird. Diese sekundären Windungen werden nun durch Schleifringe, Kollektor und Bürsten derart an den äusseren Stromkreis geschaltet, dass die Zahl der wirksamen Windungen periodisch nach dem Sinusgesetze variiert, indem ein Teil der Windungen durch Gegenschaltung unwirksam gemacht wird und ausserdem in dem Augenblicke, in welchem die in den Windungen induzierte elektromotorische Kraft ihre Richtung wechselt, auch der Sinn der Anschaltung an den äusseren Stromkreis gewechselt wird. Diese Art der Kommutierung der Wechselströme wird mittels eines von den Erfindern Panchahuteur genannten, von einem kleinen synchronen Wechstelstrommotor getriebenen Apparates durchgeführt. Dieses Verfahren wurde in neuerer Zeit auch auf die Umwandlung von Mehrphasenströmen in Gleichströme übertragen. *J. Kallir* hat nun in neuerer Zeit einen auf Versuche gegründeten Vorschlag erstattet, nach welchem sich bei Wahrung des Grundprinzips Wechselströme in Gleichströme unter Vermeidung der von *Hutin* und *Leblanc* benutzten Gegenschaltung umwandeln lassen. Diese Methode, welche sich nach verschiedenen Anordnungen für den gleichen Zweck und auch für die Umwandlung von Mehrphasenströmen verwerten lässt, wurde allerdings noch nicht praktisch ausgeprobt, doch scheint der diesem System zu Grunde liegende Gedanke Erfolg versprechend zu sein. Weil noch nicht in die Praxis eingeführt, wird auf die näheren Details der Anordnung auch nicht weiter eingegangen und sei nur kurz erwähnt, dass die auf einem Eisenkern angebrachte Bewickelung in Spulen unterteilt ist, deren Windungen nach dem Sinusgesetze abgestuft sind. Die Enden dieser Spulen stehen mit den Segmenten eines Kollektors in Verbindung und zwar so, dass jeder Zusammenstosspunkt zweier Spulen mit zwei, zu einem Durchmesser des Kollektors symmetrisch gelegenen Segmenten in Verbindung gebracht wird.

In ähnlicher Weise wie *Grassi* Mehrphasenwechselstrom in Einphasenstrom mittels stationären Transformators umwandelt, lässt sich auch Einphasenstrom auf Mehrphasenstrom umformen. Diese Vorrichtungen, welche den Zweck haben, Motorenstrom zu liefern und im allgemeinen als Phasentransformatoren bezeichnet werden, müssen, um praktisch verwendbar zu sein, möglichst einfache Konstruktion besitzen und keiner Wartung bedürfen.

Deshalb konnte sich der rotierende Transformator von *Galileo Ferraris* und *Ricardo Arno*, welcher übrigens noch den Nachteil eines grossen Spannungsabfalles in den vom Drehfeld aus erzeugten Phasen und einen geringen Wirkungsgrad des ganzen Systems besitzt, auch nicht praktisch einbürgern. Den ersten Anstoss zur Umwandlung von Einphasen- in Mehrphasenstrom ohne Anwendung eines rotierenden Umformers gab *Thomas Marcher* im Jahre 1895. Er beschränkte sich jedoch auf Umwandlung des Einphasenstroms in Zweiphasenstrom. Dieses System der Umwandlung wurde späterhin von *Scott* und in neuerer



Zeit auch von der *Union Elektrizitäts-Gesellschaft* weiter ausgebildet und für die Erzeugung von Dreiphasenstrom erweitert. Ein Vorteil derartiger Einrichtungen kann jedoch nur für den Betrieb elektrischer Bahnen ersehen werden, weil die Einphasenstrommotoren bekanntlich nicht die hinreichende Anlaufskraft besitzen, um einen sicheren Betrieb gewährleisten zu können, andererseits die Stromabnahme bei Dreiphasenstrom zwei Oberleitungen und zwei Trolleys bedingt. Wird hier der Einphasenstrom im Motorwagen selbst in Dreiphasenstrom umgewandelt, so hat man den Vorteil der grossen Anlaufskraft des Drehstrommotors mit der Möglichkeit einer einfachen Stromzuleitung verbunden. Für Beleuchtungszentralen jedoch, welche untertags nur Motorenstrom und zur Nachtzeit nur Beleuchtungsstrom liefern, dürfte es vorteilhafter sein, Generatormaschinen zu verwenden, welche je nach Bedarf Ein- oder Dreiphasenstrom in das Netz abzugeben vermögen. Allerdings bedingt dieser Vorgang ein Umschalten an der Maschine selbst, während welcher Zeit die Maschine zum Stillstande gebracht werden muss; dieser Nachteil ist aber gegenüber dem geringen Wirkungsgrade der Phasentransformatoren, wie *Oskar Spitzer* nachgewiesen hat, so gering, dass er kaum in das Gewicht fallen kann. Uebrigens ist es, wie später noch hervorgehoben werden wird, in neuerer Zeit gelungen, Wechselstrommotoren von so hoher Anlaufkraft zu konstruieren, dass dieselben unter normalen Verhältnissen vollkommen ausreichen und die Notwendigkeit, Drehstrommotoren zu verwenden, nur für den Bahnbetrieb auftritt. Aber auch für letzteren stellt sich die Frage, ob es nicht günstiger ist, den hochgespannten Wechselstrom in minder gespannten Gleichstrom umzuwandeln, und sich für den Bahnbetrieb der sich bestens bewährenden Gleichstrommotoren zu bedienen.

Die grossen Vorteile, welche die Elektromotoren zum Antriebe von Maschinen an Stelle der Transmissionen gewähren, haben denselben trotz der grösseren Anschaffungskosten eine ungeahnte Verbreitung gesichert. Die Vorteile sind teils ökonomischer, teils betriebstechnischer Natur. Die Leichtigkeit, die von einer einzigen Betriebsmaschine erzeugte Kraft ohne allzugrosse Verluste nach allen Punkten des Bedarfes leiten und dort verwerten zu können, die geringe Raumbeanspruchung und die geringe Anforderung an die Wartung, ferner die Betriebssicherheit, der Ausschluss aller Gefahren sind neben den bedeutenden Ersparnissen in den Betriebskosten die Gründe, welche die Anwendung des Elektromotors allseitig bevorzugen lassen. Hauptsächlich die Zentralisierung der Krafterzeugung, durch welche nicht nur an Kohle, sondern auch an Bedienungsmannschaft gespart wird, ist es, welche bei den geringen Uebertragungs- und Umsetzungsverlusten das ökonomische Moment begünstigt. Wenn nun auch der Elektromotor sich noch nicht jener allgemeinen Anwendung erfreut, wie er es verdient, und namentlich im Kleingewerbe nur schwer Eingang zu finden vermag, so liegt dies ebensowenig an dem Motor, als an dem beklagten Mangel an Intelligenz des Kleingewerbetreibenden, sondern hauptsächlich in der ungesunden Tarifpolitik der Elektrizitätswerke, welche in dem Bestreben, möglichst hohe Erträgnisse zu erzielen, dem Konsumenten so viele Lasten aufzuwälzen suchen, dass dieselben hierbei ihre Rechnung nicht zu finden vermögen. In dieser Beziehung wäre ein Wandel nicht nur für die Entwickelung der Elektrotechnik, sondern auch für das gedeihliche Arbeiten der Elektrizitätswerke ein Gebot der Notwendigkeit. Wie bei jeder Verbilligung der Tarife wird zu Beginn ein Ausfall der Einnahmen eine Folge derselben sein, die aber durch den vermehrten Absatz, welcher gleichzeitig einen ökonomischeren Betrieb ermöglicht, bald wett gemacht wird.

Während anfänglich fast durchgehends Gleichstrommotoren, die sich wegen ihrer hohen Anlaufskraft und der Eigenart, grosse Ueberlastungen zu vertragen, für alle Zwecke der elektrischen Kraftübertragung bestens eignen, zur Verwendung gelangten, wird nunmehr den Drehstrommotoren, welche nahezu dieselben Qualitäten wie die Gleichstrommotoren besitzen, nebstbei aber in der Einfachheit der Konstruktion unerreicht dastehen und an die Bedienung die denkbarst geringsten Anforderungen stellen, der Vorzug gegeben. Auch die Einphasenstrommotoren beginnen, nachdem es nunmehr gelungen ist, denselben eine grosse Anlaufskraft zu geben, sich allgemach immer weiter einzubürgern.

Nur für den elektrischen Bahnbetrieb behauptet der Gleichstrommotor, und zwar der Serienmotor, seine dominierende Stellung und dürfte, trotzdem es nicht an Bemühungen fehlt denselben durch den Gleichstrommotor mit Nebenschlusswickelung und den Drehstrommotor zu verdrängen, diese Stellung wegen seiner Anpassung an die besonderen Bedingungen des Bahnbetriebes und überhaupt überall dort, wo die Belastung eine fortwährend wechselnde ist, wie bei Kranen, Aufzügen, Schiebebühnen, auch weiterhin behaupten.

In Bezug auf die Konstruktion der Gleichstrommotoren, welche ohnedies schon auf einer sehr hohen Stufe der Entwickelung stand, sind Neuerungen innerhalb der drei letzten Jahre nicht zu verzeichnen. Hingegen sind die Vorkehrungen zum Anlassen und zur Umsteuerung der Elektromotoren entsprechend den mit den bisherigen derartigen Hilfsapparaten gemachten Erfahrungen wesentlich verbessert worden, ohne indes prinzipielle Neuerungen aufzuweisen.

Auf dem Gebiete der einphasigen Wechselstrommotoren machte sich das Bestreben rührig geltend, dieselben ihres Hauptnachteiles, der geringen Anzugskraft, zu entkleiden. Diese Bestrebungen waren von Erfolg begleitet. Die früheren Methoden, durch äussere Anlasswiderstände eine Phasenverschiebung und sohin ein Drehfeld zu erzeugen, beeinflussten, da der Motor mit Gleitringen und Bürsten versehen werden musste, die Einfachheit der Konstruktion, ohne den gewünschten Effekt voll zu erreichen. *Heyland* ging bei seiner Anordnung von der Erwägung aus, dass es auch im Kurzschlussanker möglich ist, eine beliebig grosse Anzugskraft zu erzielen, wenn man irgendwie im Kurzschlussanker ein Feld von entsprechender Stärke senkrecht zur Erregerwickelung hervorruft. Der auf Grund dieser Erwägung durch Anordnung einer das Anlauffeld erzeugenden Feldwickelung gebaute Motor konnte selbst bei 1,6facher Ueberlastung zum Anlaufe gebracht werden, und hat *Heyland* sohin als erster den Nachweis erbracht, dass die Konstruktion eines derartigen Motors möglich sei.

Ricardo Arno schlug ein weiteres einfaches Verfahren vor, bei welchem von einer Hilfswickelung im Motor Umgang genommen und nur ein äusserer Anlasswiderstand von bestimmter Grösse verwendet wird, wobei dem Motor für den Anlauf allerdings ein leichter Anstoss gegeben werden muss. Diese Methode hat in der Praxis Anwendung gefunden und gelangt bei den an das Wechselstromnetz der Stadt Intra angeschlossenen Motoren ausschliesslich zur Verwertung.

Max Déri[1]) gibt dem Wechselstrome dadurch grosse Anlaufskraft, dass er in die Windungen direkt grosse Widerstände einschaltet, welche durch Kollektor und Bürsten kurz geschlossen werden, und dass er den $2n$-poligen Motor n-polig anlaufen lässt, wodurch die Widerstände zur Wirksamkeit gelangen und den Motor zum Angehen bringen. Sobald sich aber der Motor der Synchrongeschwindigkeit nähert, wird derselbe $2n$-polig geschaltet, was durch einen aussen angebrachten Umschalter leicht bewerkstelligt werden kann.

Durch diese Umschaltung werden diese Windungen, selbst wenn die Bürsten am Kollektor andauernd festliegen, stromlos oder sind als ausgeschaltet zu betrachten. Durch die Anordnung eines sehr sinnreichen Zentrifugalregulators lässt sich diese Umschaltung selbstthätig bewerkstelligen und können gleichzeitig hiermit auch die Bürsten, um sowohl eine vorzeitige Abnutzung derselben, als auch des Kollektors hintanzuhalten, abgehoben werden, so dass dieser Motor keiner anderen Wartung bedarf, als denselben bei Inbetriebsetzung in den Stromkreis ein- und bei Aussergangsetzung von demselben abzuschalten. Auch dieser Wechselstrommotor hat sich in der Praxis Eingang zu verschaffen gewusst und ist in vielen Exemplaren an das Wechselstromnetz der internationalen Elektrizitätsgesellschaft in Wien angeschlossen.

Drehstrommotoren mit Kurzschlussanker, welche in konstruktiver Beziehung als die einfachsten aller Motoren zu betrachten sind, haben nur bei Motoren geringer Leistung

[1]) S. a. S. 508 d. Bd.

bis zu einigen Pferdekräften hinreichend normale Anlaufmomente, während bei grösseren Typen mit Kurzschlussanker der Stromverbrauch bei Anlauf unter Last ein übermässig grosser ist und die Bedingungen für günstigen Anlauf und günstigen Normalbetrieb einander widersprechen. Man ist daher genötigt, für grössere Leistungen auf die Einfachheit des Kurzschlussankers zu verzichten, den Motor mit Phasenwickelung und Schleifringen zu versehen und denselben auf einen variablen Anlasswiderstand zu schliessen.

Boucherot gibt nun eine Methode an, um die Vorteile des Kurzschlussankers auch für grössere Maschinen beibehalten und dennoch ein grosses Anlaufsmoment erzielen zu können. Er fügt nämlich dem Anker ausser einer Kurzschlusswickelung mit hohem Widerstande eine solche mit verschwindend kleinem Widerstande zu, wobei die Wickelung mit hohem Widerstande für den Anlauf, die Wickelung mit dem kleinen Widerstande für den Dauerbetrieb zur Wirkung gelangt. Dieser Motor hat sehr günstige Anlaufsbedingungen, behält bei variabler Belastung seine Tourenzahl fast vollständig bei, und ist dessen Wirkungsgrad bei Vollbelastung als günstig zu bezeichnen. Dieser Motor wird insbesondere für Hebezeuge aller Art und überhaupt für jene Betriebe empfohlen, bei denen auf einfache Einrichtung gesehen werden muss.

Bei einer zweiten Anordnung *Boucherot*'s besteht das feststehende Feld aus zwei nebeneinander liegenden identischen Mehrphasenwickelungen, deren eine im Motorengehäuse fest angeordnet ist, während die zweite mittels Handrad im Gehäuse verdreht werden kann, so dass sich die Achsen der beiden Drehfelder gegeneinander verschieben lassen. Der Anker besteht gleichfalls aus zwei Wickelungen, die jedoch in sich geschlossen durch einen Ring von sehr grossem Widerstande miteinander verbunden sind. Für den Anlauf wird das verschiebbare Drehfeld so weit gegen das feste verdreht, dass in den beiden Ankerwickelungen entgegengesetzte elektromotorische Kräfte induziert werden. Diese Ströme fliessen durch den Verbindungsring, wodurch der Motor mit grossem Moment anläuft.

Wird nun die im Gehäuse drehbare Feldwickelung nach und nach in die gleiche Lage wie die feste Wickelung gebracht, so werden in den beiden Ankerwickelungen gleichgerichtete Ströme erzeugt werden, die sich in den äusseren Kupferringen schliessen und den mittleren Ring von hohem Widerstande ausschalten. Der Motor läuft nun mit geringer Schlüpfung und grossem Wirkungsgrade. Wenn nun auch diese Art der Motoren den Nachteil hat, dass sie konstruktiv kompliziert, daher teuer ist, so dürfte die Verdrehung der einen Feldwickelung doch nicht jene Schwierigkeiten bieten, wie man glaubt, und auch die Bedienung, insbesondere wenn man den Anlassapparat mit der Bewegung des Handrades in Verbindung bringt, keine schwierige sein. Eine ähnliche Anordnung wurde bereits im Jahre 1897 von *Bradley* angegeben.

In ähnlicher Weise, wie die Einphasenstrommotoren für grosse Anzugskraft, konstruiert *Max Déri* die Drehstrommotoren, indem er Stäbe verschiedenen Potentiales des in sich geschlossenen Ankers auf den Stirnseiten durch hohe Widerstände verbindet, und den Motor 2- oder $2n$-polig anlaufen lässt, wobei der Strom durch die Widerstände hindurchgehen muss, und die grosse Anzugskraft erreicht wird. Wird nun der Motor 4- oder $4n$-polig geschaltet, so fliesst der Strom nicht mehr durch die Widerstände, und der Anker wirkt wie ein Kurzschlussanker. Da hier die einzelnen Verbindungswiderstände nicht wie beim Einphasenmotor durch Kollektor und Bürsten kurz geschlossen werden müssen, und der Anlassapparat in einem einfachen Umschalter besteht, ist dies wohl die denkbar einfachste Konstruktion eines Mehrphaseninduktionsmotors mit grosser Anlaufskraft.

(Schluss folgt.)

Weltausstellung Paris 1900.

Guyenet-Le Blanc's 30-t-Kran.

In der linksseitigen Maschinenhalle für die Krafterzeugung am Marsfelde, in der sogen. *„Usine La Bourdonnais“*, hat man die Abladung der Dampf- und Dynamomaschinen aus den Eisenbahnfahrzeugen, sowie die Aufstellung dieser Maschinen mit Hilfe eines für Maximallasten von 30 t berechneten Krans vollzogen, der nach den Entwürfen *Guyenet*'s von der Firma *Le Blanc* ausgeführt worden ist. Nach dem Schlusse der Ausstellung wird dieses riesige, nach dem Prinzip der *rollenden Drehkrane* angeordnete Hebezeug auch wieder bei der Demontierung und Verladung der vorbezeichneten Maschinen behilflich sein und späterhin in irgend einem französischen Hafen auf einem Ladedock o. dgl. dauernde Verwendung finden. Schon mit Rücksicht auf diese zukünftige Dienstzuweisung hat ihn sein Erbauer durch aussergewöhnlich kräftige Konstruktionsformen für eine höhere Leistungsfähigkeit eingerichtet und namentlich auch Sorge getragen, die Spurweite des Laufgeleises für den Kranständer auf das Aeusserste einzuschränken. Dieses Geleise ist in der Mitte der 115 m langen, 22 m breiten Maschinenhalle *La Bourdonnais* parallel und symmetrisch zu deren Längsachse verlegt, so dass der in Fig. 1 und 2 ersichtlich gemachte Kran an jedem Punkte der Hallenlänge und in jeder der beiden Breitenhälften der Halle gleich gut verwendet werden kann. Auch sind die Abmessungen des Turmpfeilers, der die Kransäule bildet, so angeordnet, dass der offene Raum zwischen den beiden Seitenböcken in der unteren Abteilung reichlich gross genug bleibt, um den beladenen Eisenbahnwagen freien Durchgang zu gestatten, welche auf dem die Halle durchlaufenden Eisenbahngeleise, dessen Längsachse mit der Längsachse der Maschinenhalle zusammenfällt, verschoben werden müssen. Das für diese Wagen erforderliche freie Normalprofil ist in Fig. 1 durch strichpunktierte Linien besonders eingezeichnet.

Seinem Wesen nach weist der Kran drei Hauptteile auf, nämlich zuvörderst das fahrbare *Untergestelle*, die Kransäule mit horizontaler Abkrönung, dann den zweiarmigen, wagerecht drehbaren *Ausleger* und schliesslich die *Laufkatze*, die sich längs des längeren Auslegerarmes nach Bedarf verschieben lässt. Wie bereits erwähnt, besteht das Untergestelle aus einem fahrbaren Turmpfeiler; derselbe ist aus kastenförmigen Stahlblechträgern hergestellt, von welchen zwei 9,5 m lange, 0,70 m breite und ebenso hohe prismatische Träger l_1 und l_2 (Fig. 1 und 2) die Lager der Lauf- und Triebräder des Kranuntergestelles tragen, und als Sohlstücke für die beiden zweifüssigen Böcke dienen, welche mit ihren Querverbindungen p, q, y und y_1 und den andreaskreuzförmigen Verstrebungen die eigentliche Kransäule bilden. Auf den beiden Sohlträgern l_1 und l_2, welche von Mitte zu Mitte 6,00 m voneinander liegen (vgl. Fig. 1), sind also je zwei der vier Eckstützen des Tragpfeilers aufgenietet, deren oberes, durch einen wagerechten Trägerkranz abgeschlossenes Ende genau 12,00 m über der Schienenoberkante des Geleises des Krans liegt. Im Querschnitte sind die vier Eckstützen gleich den Sohlenträgern mit 700/700 mm bemessen; ihre lichte Entfernung zwischen den Fussenden beträgt an der Vorder- und an der Rückseite des Krans (vgl. Fig. 1) 5,30 m und der äussere Abstand 6,70 m. Letzterer ist an der Krönung des Pfeilers auf 4,75 m herabgemindert. An den beiden Seitenflächen (vgl. Fig. 2) beläuft sich die lichte Spannweite an den Fussenden der Eckstützen 6,30 m, die äussere 7,70 m; letztere reduziert sich am oberen Ende wieder bis auf 4,75 m, so dass also die Abkrönung des ganzen Untergestelles die Form eines Quadrates von 4,75 m äusserer und 3,35 m innerer Seitenlänge besitzt. Die diesen quadratischen Kranz bildenden vier wagerechten Querträger sind 0,70 m breit, 0,90 m hoch und in den beiden Diagonalen des Kranzes durch prismatische Stahlblechträger



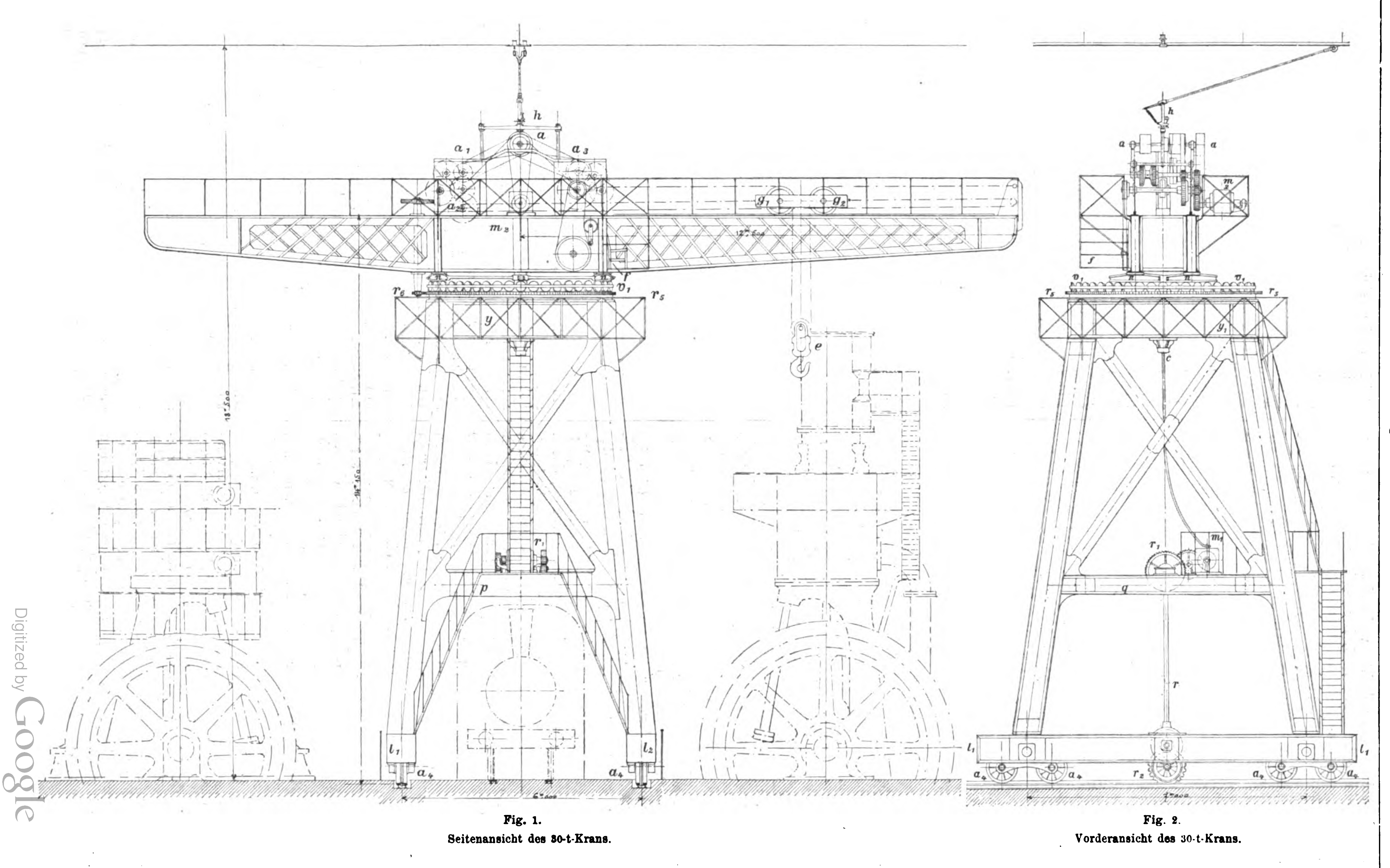


Fig. 1.
Seitenansicht des 30-t-Krans.

Fig. 2.
Vorderansicht des 30-t-Krans.

von demselben Querschnitte verbunden. Im Kreuzungspunkte dieser Diagonalen, d. i. also in der senkrechten Mittelachse des Krangestelles, ist ein aus Stahl geschmiedeter, 0,22 m starker Drehzapfen eingesetzt, der in seiner Mitte, um dem Stromzuleitungskabel c (Fig. 2) Durchgang zu gewähren, eine 60 mm weite Ausbohrung besitzt. In der Höhe von 4,75 m über Schienenoberkante sind die vier Eckstützen des Kranuntergestelles gleichfalls durch Quer-

Querschnitt im laufenden Schienenstrang des Krangeleises. Querschnitt im Schienenstoss des Krangeleises.

Fig. 3. Fig. 4.

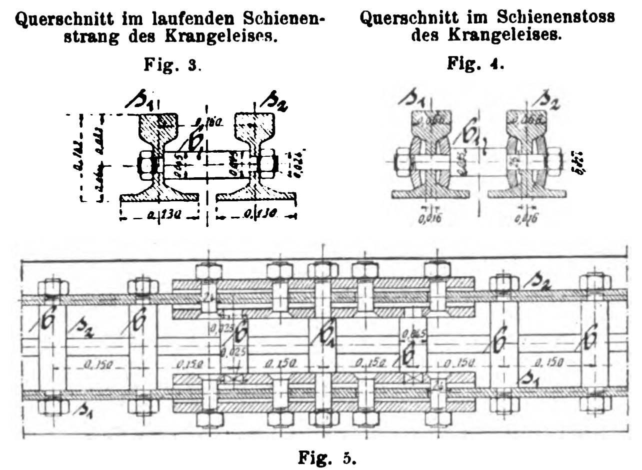


Fig. 5.
Draufsicht des Krangeleises.

träger verbunden, und zwar vorn und rückwärts durch prismatische Stahlblechträger p (Fig. 1) von 0,60 m Höhe und 0,70 m Breite, sowie rechts und links durch ebensolche Träger q (Fig. 2) von nur 0,50 m Höhe und 0,70 m Breite. In der Mitte des von diesen vier Querträgern gebildeten Kranzes sind parallel zu den p-Trägern noch zwei ähnliche Träger zwischen den beiden q-Trägern eingezogen, auf welchen der Elektromotor m_1 (Fig. 2) und das Zahnradvorgelege r_1 für den Antrieb des Untergestelles ihren Platz haben. Dass endlich am Untergestelle des Krans auch noch die erforderlichen Plattformen, Galerien und Treppen vorhanden sind, lässt sich, sowie die ganze örtliche Anordnung dieser Hilfseinrichtung aus den beiden Fig. 1 und 2 ohne weitere Erläuterung entnehmen.

Für das durchweg wagerecht verlaufende Geleise des Kranuntergestelles sind doppelte Vignolschienen in Verwendung gekommen, d. h. jeder der beiden Stränge des Krangeleises besteht, wie es die senkrechten Querschnitte Fig. 3 und 4 und der wagerechte, durch die Schienenstege gelegte Querschnitt Fig. 5 ersehen lassen, aus zwei 160 mm voneinander abstehenden, parallelen Eisenbahnschienen s_1 und s_2, welche mittels Schraubennägel (Tirefonds) an 0,80 m langen, 0,16 m hohen und 0,25 m breiten, hölzernen Querschwellen befestigt sind. Letztere haben eine gegenseitige Entfernung — Mittel zum Mittel — von 0,50 und lagern, sorgfältig in Cementmörtel gebettet, auf einer 1,05 m starken, in Konkret ausgeführten Grundmauer. Die Vignolschienen s_1 und s_2 gehören zu der stärksten Gattung jener Schienensorten, welche zur Zeit auf der *Paris-Lyon-Mittelmeer-Eisenbahn* Verwendung finden; sie besitzen die Länge von 12,00 m und pro laufenden Meter ein Gewicht von 48 kg. Für den vorliegenden besonderen Zweck erhielten die zwei nebeneinander liegenden Schienen s_1 und s_2 durch cylindrische, 45 mm starke Querbolzen b (Fig. 3 und 5) und b_1 (Fig. 4 und 5), welche mit 25 mm starken Zapfen in den Schienenstegen gelagert und aussen mit Schraubenmuttern versehen sind, die Anordnung einer Zahnstange, da die besagten Querbolzen dem ganzen

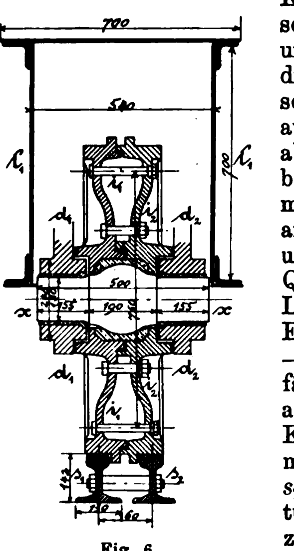


Fig. 6.
Querschnitt durch ein Laufräderpaar.

Geleise entlang sich genau in demselben Abstande von 0,150 m aufeinander folgen. An den Schienenstössen, wo zwei der Querbolzen b nicht direkt in die Schienenstege eingezapft werden konnten, lagern diese beiden Stahlcylinder in den inneren Laschen des Schienenverbandes, der sich übrigens von den gewöhnlichen Anordnungen auch noch dadurch unterscheidet, dass die Verlaschungsbolzen des Platzmangels wegen an Stelle halbkugelförmiger Köpfe versenkte Köpfe haben. Nur in der Mitte der Schienenstossverbindung ist, wie Fig. 4 und 5 zeigen, ein Querbolzen b_1 eingefügt, dessen Zapfen durch die Laschen und Schienenstege reicht und ausserhalb der Verbindungslaschen mit Muttern versehen ist. Auf jedem der beiden Stränge des Krangeleises läuft ein gezahntes Triebrad r_2 (Fig. 2), das durch Eingriff in die soeben betrachtete Anordnung die Fortbewegung des Krans in ähnlicher Weise bewirkt, wie auf einer Zahnradbahn, nur dass vorliegendenfalls ganz ausnahmsweise zwei Zahnstangen vorhanden sind, welche mit den beiden Strängen des Geleises zusammenfallen. Die aussergewöhnlich kräftige Konstruktion des Geleises ist schon durch das bedeutende Eigengewicht des Krans, das sich auf ungefähr 130 t beläuft, gerechtfertigt, namentlich aber durch die während des Betriebes unter Umständen sehr erhebliche Mehrbelastung bedingt, welche im Aeussersten immerhin so gross werden kann, dass sich der Gesamtdruck, welchen das Fussende jedes der vier Eckstützen des Krangestelles maximal aufzunehmen hat, mit rund 100 t annehmen lässt. Dieser Druck verteilt sich allerdings auf vier Laufräder a_4 (Fig. 1 und 2), deren eigentümliche Anordnung durch Fig. 6 und 7 des näheren erläutert erscheint.

Jedes der Laufräderpaare a_4 (Fig. 1 und 2) besteht aus zwei mit Rippen versehenen Stahlgussrädern i_1 und i_2

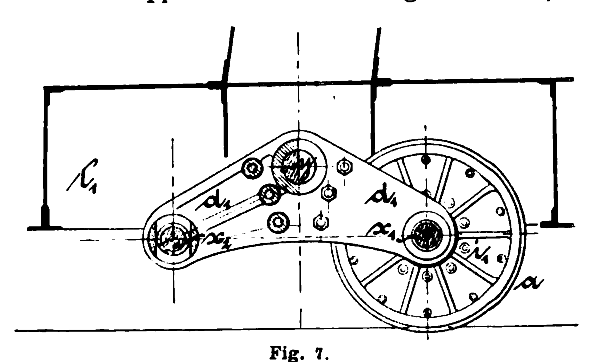


Fig. 7.
Achsenlager für Laufräder.

(Fig. 6), die auf einer in der Mitte wulstigen Rotgussachse x symmetrisch aufgesetzt und durch 16 Schraubenbolzen untereinander zu einem einzigen Ganzen verbunden sind. Vermöge des Umstandes, dass nun die in der Längsachse der Sohlträger l_1 und l_2 (Fig. 1 und 2) angebrachten Doppelräder a_4 genau über dem Geleisestrang liegen, kommt die Lauffläche des linksseitigen Rades i_1 (Fig. 6) genau auf die linksseitige Schiene s_1 und ebenso die Lauffläche von i_2 auf die Schiene s_2, während die Spurkränze beider Räder zwischen s_1 und s_2 laufen, und jeden Austritt aus dem Geleise unmöglich machen. Die beiden Achsen x der zwei Räderpaare, welche sich unter jeder Eckstütze des Kranuntergestelles befinden, sind nicht direkt in den Sohlträgern l_1 bezw. l_2 (Fig. 1 und 2) gelagert, sondern in zwei eigenen stählernen Wangenstücken d_1 und d_2 (Fig. 6 und 7), die kniеartig und symmetrisch angeordnet auf einer Achse y (Fig. 7) ruhen; erst diese Achse ist nun wirklich in den beiden entsprechend verstärkten senkrechten Wänden des Sohlträgers l_1 bezw. l_2 gelagert. Diese eigentümliche gelenkförmige Einrichtung der Laufradgestelle hatte man ausdrücklich deshalb gewählt, um die etwaigen kleinen Unebenheiten in der Schienenbahn hinsichtlich der ganz gleichmässigen Verteilung des Raddruckes vollständig unschädlich zu machen, und thatsächlich bewegen sich die zwei Räderpaare unter jeder der vier Eckstützen des Kranuntergestelles genau so, als sei dort nur *ein* Rad vorhanden.

Zur Bewerkstelligung der Vor- oder Rückwärtsbewegungen des ganzen Krans dient ein 20pferdiger Elektromotor m_1 (Fig. 2), der im ersten Geschosse des Untergestelles seinen Platz hat, und durch Vermittelung des

Zahnradvorgeleges r_1 eine wagerechte Welle antreibt, die an ihrem rechten und linken Ende je ein Kegelrad trägt. Jedes der letzteren pflanzt seine Bewegung auf eine in der Flucht des Gestellbockes der betreffenden Seite, also schief nach abwärts führende Transmissionswelle r fort, welche schliesslich wieder durch eine schiefe Kegelradübersetzung und einen Zahnradsatz den Antrieb des gezahnten Triebrades r_2 bewirkt. Von dieser im Inneren der Sohlträger l_1 und l_2 angebrachten Anordnung zeigt Fig. 8 einen Durchschnitt und Fig. 9 die Seitenansicht; auf der geneigt von oben kommenden Transmissionswelle r sitzt ein Kegelrad k_1 fest, das in ein Kegelrad k_2 eingreift. Von der wagerechten Drehachse w_1 dieses Rades erfolgt die weitere Uebertragung mittels des Zahnrades r_4, welches in das Zahnrad r_3 eingreift, das an dem auf der Achse w_2 sitzenden gezahnten Triebrad r_2 durch zehn im Kreise verteilte Schraubenbolzen v zentrisch befestigt ist. Von diesen Teilen sind die sämtlichen Zahn- und Kegelräder aus Gussstahl, die Transmissionsachsen aus gewalztem Stahl und die Lagerstühle der letzteren, sowie die Radachsen w_1 und w_2 aus Stahlbronze hergestellt. Da einerseits durch den Lenker des Krans mit Hilfe einer Schaltvorrichtung sowohl die Bewegungsrichtungen als dreierlei verschiedene Geschwindigkeiten des Elektromotors beliebig veranlasst werden können, während andererseits die übrige Ausgestaltung des Antriebes und der Laufrädergestelle einen durchaus gleichmässigen, ruhigen und präzisen Gang ermöglichen, lassen sich mit dem Kran gehobene, schwere Nutzlasten mit Leichtigkeit und Sicherheit der Maschinenhalle entlang transportieren und dabei die Punkte, an denen stillgestanden werden soll, unschwer bis auf wenige Centimeter Genauigkeit einhalten. Die normale Fahrgeschwindigkeit des Krans beträgt bei der Weiterbeförderung einer Last von 30 t im Minimum 4 m in der Minute, im Maximum 20 m in der Minute; diese höchste Geschwindigkeit steigert sich bei der Fahrt des unbelasteten Krans bis auf 24 m in der Minute. Es ist hier endlich noch zu bemerken, dass die Handhabung der vorgedachten, zum Elektromotor m_1 (Fig. 2) gehörigen Schaltvorrichtung vom Maschinisten des Krans unmittelbar von seinem Sitze f (Fig. 1) aus geschieht, und dass zu diesem Behufe das vierfache Leitungskabel c (Fig. 2) die erforderlichen Stromwege zwischen Schalter und Elektromotor vermittelt.

Fig. 8. Querschnitt eines Triebrades samt Antrieb.

Fig. 9. Ansicht eines Triebrades samt Antrieb.

Was nun die Verbindung zwischen Ausleger und Untergestelle anbelangt, so besteht dieselbe zuvörderst aus dem schon vorhin einmal erwähnten, stählernen Drehzapfen, der in der Mitte der Untergestellsabkrönung senkrecht angebracht ist, und aus der obersten Abdeckung des Untergestells. Letztere ist kreisförmig und aus sechs Gussstahlsegmenten zusammengesetzt, welche untereinander, sowie mit den Kopfträgern des Untergestelles durch Schraubenbolzen verbunden sind, und fächerartig um den vorbesagten Drehzapfen liegend, denselben eng umschliessen. Vom Mittelpunkte des letzteren 2,20 m entfernt, bildet die eben erwähnte sechsteilige Gussstahlscheibe eine ringförmige Rinne, in der 48, dicht nebeneinander angeordnete Rollen v_1 (Fig. 1 und 2) sich bewegen können, deren Achsen in zwei konzentrischen Stahlreifen lagern; der äusserste Rand der Scheibe bildet aber ein Zahnrad r_5 von 4,50 m Durchmesser. Der zweiarmige Ausleger des Krans besitzt eine Gesamtlänge von 21,90 m, wovon auf den lediglich als Abschluss der Konstruktion und als Gegengewicht dienenden kürzeren Arm 9,40 m entfallen. Am äusseren kastenartig angeordneten Ende dieses Armes sind 15 t Ballast untergebracht, welche der Hauptsache nach die Ausgleichung des Auslegergewichtes bewirken, so dass von der die Kransäule bildenden Gussstahlachse nur ein Teil des durch die Nutzlasten herbeigeführten Seitendruckes aufgenommen zu werden braucht. Gleich von vorn herein ist die Stabilität des ganzen Krans so berechnet worden, dass eine am äussersten Ende des Auslegers hochzuhebende Nutzlast von 50 t keine Kippbewegung herbeiführen kann.

Wie Fig. 1 und 2 ersehen lassen, besteht die Konstruktion des Auslegers im wesentlichen aus zwei 1,40 m — Achse zu Achse — voneinander liegenden parallelen, doppelten Stahlblechträgern, die in der Mitte sowie an den Enden als Vollblechträger, dazwischen jedoch gitterartig ausgeführt sind. Oberhalb des Kranuntergestelles haben die beiden Träger die Höhe von 1,40 m und oben wie unten Verplattungen, die ihnen die Form eines geschlossenen Kastens geben; in letzterem sind senkrechte Querwände und Versteifungsbleche eingezogen, an welchen ein Halslager angebolzt ist, das die mehrfach angeführte, 22 cm starke im Krankopfe festgehaltene Drehachse umfasst. Hier in der Kranmitte befinden sich auf der Abdeckung der Auslegerträger die Maschineneinrichtungen und dicht daneben der Führerstand, oder besser gesagt der Sitz f (Fig. 1 und 2) des Kranmaschinisten. Längs der beiden Auslegerarme hat man Geländer und rings um den Maschinenraum auf Konsolen ruhende Galerien angebracht, welche es ermöglichen, leicht zu jedem Punkte der Einrichtung zu gelangen. Die Uebertragung des gesamten Vertikaldruckes, welchen der Oberteil des Krans nebst der jeweiligen Nutzlast ausübt, geschieht durch vier kreisbogenförmig gekrümmte Gleitschuhe n aus Gussstahl, welche unter den beiden Auslegerträgern angebracht und zugleich durch vier starke Speichen und eine gemeinsame Nabe, gleichfalls aus Gussstahl, mit der Drehachse des Krans in Verbindung gebracht sind. Jeder dieser Gleitschuhe berührt bei jeder Lage des Auslegers fünf, mindestens aber vier der Rollen v_1, so dass sich der auf der Belastungsseite im Maximum entstehende, niemals 240 t überschreitende Vertikaldruck auf zehn oder mindestens acht Rollen verteilt.

Von der mittleren Plattform des Auslegers aus, wo sich die Maschineneinrichtung befindet, werden dreierlei Arbeitsleistungen besorgt, für die lediglich ein einziger Elektromotor m_2 (Fig. 1 und 2) aufzukommen hat, der auf der Seitengalerie der Plattform untergebracht ist. Dieser 16pferdige Motor m_2 kann vom Führerstande aus mittels einer Umschalterkurbel angelassen oder abgestellt werden und hat bloss die Aufgabe, in fortwährend gleichmässigem Umlaufe die Riemenscheibenachse $a\,a$ (Fig. 2) anzutreiben, von wo aus die weiteren Uebertragungen durch

gerade oder gekreuzte Riemen erfolgen. Das Los- und Ankuppeln einer oder der anderen Arbeitsmaschine an die Achse *a a*, gleichwie die Veränderung der Bewegungsrichtungen oder der Geschwindigkeiten geschieht sodann nur mit mechanischen Hilfsmitteln, welche vom Führerstande *f* aus durch drei verschiedene Zughebel gehandhabt werden. Die gewählte Transmission durch Riemen bietet zweierlei Vorteile, nämlich ein sanftes, vollkommen stossfreies Anlaufen und geräuschlosen Gang, sowie die Gewähr einer gewissen, unter Umständen wertvollen Sicherung, indem die Riemen schleifen oder abrutschen ohne einzelne Teile der Zerstörung zuzuführen, für den Fall, dass den Maschinen grössere Arbeiten zugemutet werden, als wofür sie berechnet sind. Soll eine Drehung des Auslegers bewerkstelligt werden, so geschieht dies durch Einhängen der Riemenscheibe a_1 (Fig. 1), von wo die Uebertragung durch eine Zahnradreduktion und ein Kegelradpaar auf die senkrechte Welle des Triebes r_6 erfolgt, das sich an dem gezahnten Rande r_5 der das Kranuntergestelle abdeckenden Gussstahlscheibe fortwälzt. Bei der auf diese Weise bewirkten Drehung des Auslegers legt das Vorderende desselben in der Minute einen Weg von 4 m zurück. Um die natürlich mit zwei Paar genuteten Rädern auf Fahrschienen ruhende Laufkatze entlang des Auslegers hin- oder zurückzuführen, was in gewöhnlicher Weise, nämlich mittels zweier endloser, aus Eisenblech hergestellter *Galle*'scher Ketten geschieht, die in je zwei auf den beiden Radachsen der Laufkatze festsitzenden Dornrädern eingreifen, ist die Riemenscheibe a_2 einzuschalten. Dieselbe treibt durch Vermittelung eines Zahnradvorgeleges mit starker Reduktion die Dornradwelle an, welche die beiden Ketten vorwärts oder rückwärts windet. Die Fahrgeschwindigkeit, welche hierbei der Laufkatze erteilt wird, beträgt 11,50 m in der Minute; die Länge des für die Katze verfügbaren Weges beläuft sich im ganzen jedoch auf nur 8,50 m. Zum Heben der Nutzlasten endlich tritt die Riemenscheibe a_3 in Wirksamkeit, die wieder durch Vermittelung eines Zahnradvorgeleges die Welle einer Lenknuss, nämlich eines kleinen Dornrades, antreibt, deren Aufgabe es ist, die *Galle*'sche Kette anzuziehen oder nachzulassen, an welcher der Hebehaken *e* (Fig. 1) hängt. Gleichzeitig überträgt eine Zwischenachse des soeben genannten Zahnradvorgeleges seine Bewegung mit Hilfe eines Riemens auf die Achse einer Trommel, von der die in Rede stehende *Galle*'sche Kette ihrer Bewegungsrichtung gemäss aufgewickelt oder abgewickelt wird. Diese Anordnung macht Fig. 10 in schematischer Darstellung des näheren ersichtlich. Auf der aus Eisenblech hergestellten Trommel *t* von 1,80 m Durchmesser, deren Drehachse *b* durch die oben erwähnte Riemenübertragung nach rechts

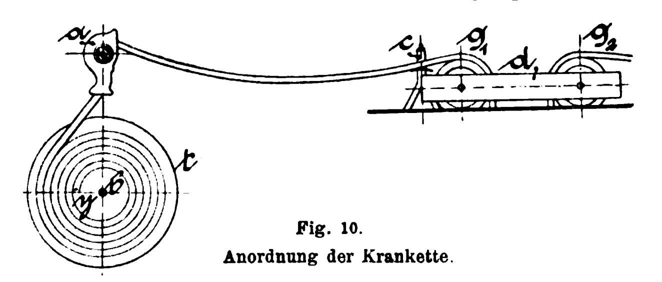


Fig. 10.
Anordnung der Krankette.

oder links angetrieben wird, ist die im ganzen 25,00 m lange Kette an ihrem einen Ende *y* durch einen Schraubenbolzen festgemacht und sodann schneckenförmig aufgewickelt. Gleich in nächster Nähe von *t* passiert dann die Kette die vom Zahnradvorgelege direkt angetriebene Lenknuss *a*, von der sie zugleich zwangsweise die richtige Lage erhält, um zur Rollkatze *d* zu gelangen, wo der Zuweg zum Dornrad g_1 noch durch eine federnde Führung *c* gesichert wird. Nachdem die Kette über g_1 zu der in der Zeichnung weggelassenen Hakenrolle und sodann wieder über g_2 nach oben gelangt, geht sie bis zum vorderen Abschlusse des Auslegers, wo das zweite Ende festgebolzt ist. Die Dornräder g_1 und g_2 sitzen auf den Radachsen der Laufachse, jedoch selbstverständlich nur lose, damit sie sich selbständig drehen können, ohne die Radachsen mitzunehmen. Zwei kräftige Bremsvorrichtungen sichern den sanften Gang, wie das richtige Anhalten und Stehenbleiben des Hebezeuges. Der die Nutzlast tragende Haken *e* (Fig. 1) kann in senkrechter Richtung einen Weg von 12,50 m und in wagerechter durch Verschiebung der Rollkatze einen solchen von 7,35 m machen; seine äusserste Hebelinie ist vom Drehungsmittelpunkte des Auslegers 11,60 m entfernt. Die reguläre Geschwindigkeit beim Befördern der Nutzlasten im Gewichte bis zu 10 t beträgt beim Heben 2,10 m, beim Niederlassen 2,50 m in der Minute, jene bei Beförderung von Nutzlasten von 30 t Gewicht, beim Heben 1,10 m und beim Niederlassen 3,40 in der Minute.

Es erübrigt schliesslich noch zu bemerken, dass behufs Zuführung des elektrischen Betriebsstromes von 240 Volt

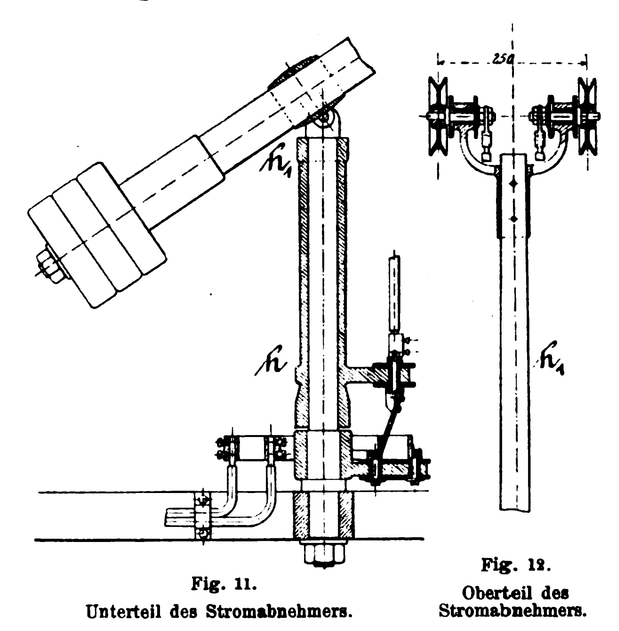


Fig. 11. Unterteil des Stromabnehmers.

Fig. 12. Oberteil des Stromabnehmers.

längs der ganzen Maschinenhalle in der Mitte derselben zwei Kupferdrähte gespannt sind, von denen der eine als Arbeitsleitung und der andere als Rückleitung dient. Als Stromabnehmer ist zuoberst an dem Maschinengestelle, in der Mitte der Hauptplattform des Auslegers, bei *h* (Fig. 1 und 2) ein mit Gegengewicht versehener, scharnierartig angeordneter Trolley-Hebel h_1 (Fig. 11 und 12) an dem eben erwähnten Rohrständer *h* angebracht, welcher mit zwei Abnehmerrollen ausgestattet ist. Vom Stromabnehmer sind die beiden Kabel zum Führerstande geführt, wo sich zur linken Hand des Führers ein Schaltbrett mit den erforderlichen Umschaltern, Widerständen und Kontrollinstrumenten befindet, das dem Maschinisten alle Hilfsmittel darbietet, deren er zur korrekten Durchführung des elektrischen Teiles seines Dienstes bedarf.

Seit 8. Februar 1900 befindet sich der geschilderte Riesenkran bereits unausgesetzt ohne jegliche Störung in erfolgreichem Betriebe, trotz der Kälte, der Feuchtigkeit, des Staubes und anderer Misslichkeiten, denen derselbe namentlich während seiner ersten Verwendungsperiode und während der Montierung der Ausstellungsobjekte der Halle ausgesetzt war. Aber auch seit der vollständigen Fertigstellung der Halle und ihrer Gesamteinrichtung tritt der Kran täglich um 11 Uhr vormittags in Thätigkeit, indem derselbe für den laufenden Unterhaltungsdienst der elektrischen Beleuchtung hinsichtlich der an der Decke der Halle angebrachten Bogen- und Glühlampen benutzt wird. (Vgl. *Alfred Boudon*, Ingenieur des Arts et Manufactures, in *Le Génie civil*, Bd. XXXVII Nr. 3 S. 33 ff.)

10 t-Kran der Firma Salin und Co.

Unter den Hilfseinrichtungen, welche zur Bewältigung der riesigen Güterbewegung aufgeboten werden mussten, die mit der Errichtung der Bauwerke einerseits, sowie mit der Beschickung der Ausstellung andererseits verbunden war, gehört unter anderem auch eine nach Art der *feststehenden Drehkräne* angeordnete Hebemaschine, welche zunächst der Zufahrtsstrasse vor der Maschinenhalle „*La Bourdonnais*“ und zugleich 4,50 m vom Mittel des Zu-

streifungsgeleises der „*Französischen Westbahn*“ aufgestellt ist. Die Aufgabe dieses aus den Schmiedewerkstätten der Firma *Salin und Co.* in Dammarie stammenden und der Ausstellungsverwaltung unentgeltlich zur Benutzung überlassenen Kranes (Fig. 13 bis 17) bestand und besteht darin, die auf der Zufahrtsstrasse mittels Strassenfuhrwerk angelieferten Baumaterialien, Maschinen oder sonstigen Frachten auf die Eisenbahnwagen zu überladen oder umgekehrt, welcher Bestimmung er seit Ende Februar l. J. bis zur Vollendung der Ausstellung und auch seither, allerdings bei verminderter Inanspruchnahme, mit bestem Erfolge entsprochen hat; in gleicher Art wird derselbe nach Ausstellungsschluss wieder im weitesten Masse für die Aufräumearbeiten in Anspruch genommen werden.

Mit Rücksicht auf die unter ähnlichen Verhältnissen immerhin aussergewöhnlich grosse Förderungsleistung von 10 t ist der Kran zwar besonders kräftig veranlagt, allein nichtsdestoweniger sehr handsam und hinsichtlich des Materialaufwandes äusserst sparsam durchgeführt. Das Arbeitsfeld für die Nutzlastförderung bildet die Fläche eines Cylinders von 5,10 m Halbmesser und 1,00 bis 6,00 m Höhe. Der 7,60 m lange, als prismatisches Stahlblechrohr ausgeführte Ausleger ist an seinem Fussende durch acht Schraubenbolzen am Krangestelle *G* (Fig. 13) festgemacht und am oberen Ende durch zwei vom Gestelloberteil ausgehende schmiedeeiserne Schliessen gehalten, die durch wagerechte Sprossen zu einer Leiter verbunden sind. Die Neigung des Auslegers kann also nicht verändert werden, wohl aber lässt sich derselbe mit dem Krangestelle gemeinsam im vollen Kreise herumwenden. Zu dem Ende steht die gusseiserne Kransäule *D* mit einem konischen Zapfen wohlversplintet in dem aus gleichem Material bestehenden, kreisrunden Fusse *U*, welcher an der Basis einen Durchmesser von 4,50 m besitzt und auf einer Betonuntermauerung gebettet und zum Teile selbst eingemauert ist. Im Kopfende der Kransäule befindet sich, wie Fig. 15 im grösseren Massstabe ersehen lässt, ein Zapfenloch mit einer Spurpfanne *y* aus Gussstahl und einem Lagerfutter *f* aus Bronze; hier lagert der Stahlzapfen Z_1, auf dessen oberem Stummel Z_2 das Krangestelle *G* mit allen den übrigen Teilen der Hebemaschine ruht.

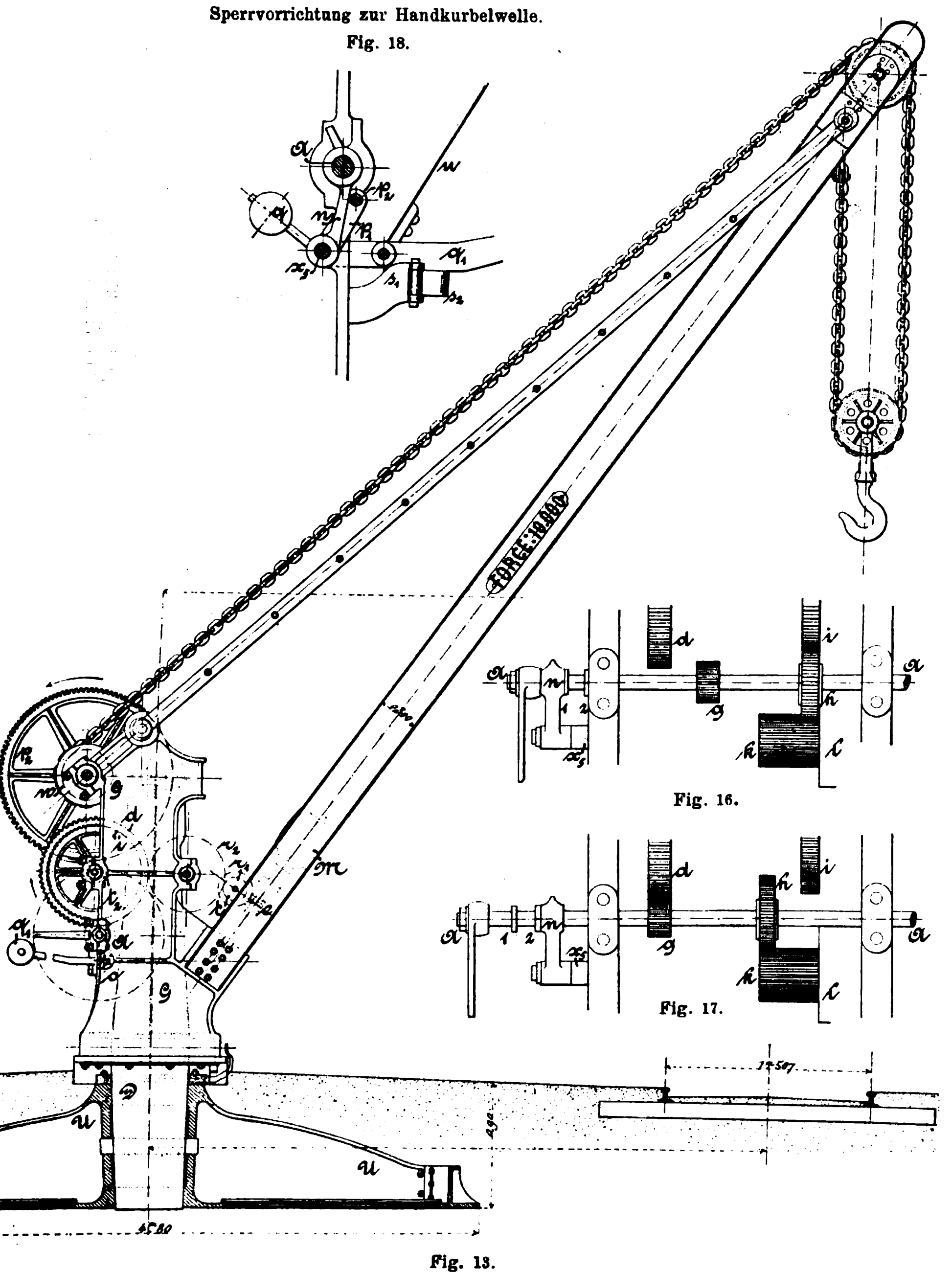


Fig. 13.

Fig. 13. Seitenansicht des 10-t-Krans. Fig. 16. Lage der Handkurbelwelle für grössere Geschwindigkeit. Fig. 17. Lage der Handkurbelwelle für kleinere Geschwindigkeit.

Der Kran ist sowohl für elektrischen Betrieb als für Handbetrieb eingerichtet und erweist sich in ersterer Beziehung sofern ganz eigentümlich, als der Elektromotor sehr geringe Abmessungen besitzt, und demzufolge direkt im Hohlraume des Auslegers seinen Platz erhalten konnte. Infolge dieser ebenso praktischen als sicheren und verborgenen Unterbringung des Elektromotors *M* (Fig. 13 und 14) übt der Kran, wenn er mit elektrischem Antrieb arbeitet, einen gewissermassen entfremdenden Eindruck auf den Zuseher aus, weil dabei nichts weiter gesehen wird, als das Hin- oder Zurückdrehen eines kleinen Handrädchens, mit dem der Lenker der Hebemaschine den Kontroller des Motors den jeweiligen Erfordernissen gemäss einstellt. Wie die Fig. 13 und 14 ersichtlich machen, erfolgt der Antrieb durch den Motor mittels einer auf der Motorachse sitzenden, endlosen Schraube *e* auf das Schneckenrad r_1, von dessen Achse die weitere Uebertragung durch ein Trieb *t*, dann durch das Zahnradvorgelege $r_2\, d\, t_1\, p$ auf die Kettentrommel *w* bewirkt wird. Der von der *Compagnie général électrique* in Nancy beigestellte Elektromotor leistet 4 PS, wobei die Ankerachse 1350 Umdrehungen in der Minute macht. Den erforderlichen Betriebsstrom von 15 Ampère und 240 Volt liefern zwei in der Elektrizitätshalle aufgestellte, von je einem *Charon*schen Gasmotor angetriebene Dynamomaschinen der genannten Elektrizitätsgesellschaft, unter Vermittelung einer besonderen unterirdisch verlegten Hin- und Rückleitung, die eine eigentümliche Zuleitung am Krane erhalten musste, damit der letztere ohne Störung und Belästigung der Stromzuführung beliebig gedreht werden kann. Es schliesst zu diesem Zwecke jede der beiden von der Elektrizitätshalle kommenden Leitungen L_1 und L_2 (Fig. 14) getrennt an einen Metallreifen a_1 bezw. a_2 an, welch letztere in einem mit Paraffin getränkten Holzkranz eingelassen sind, der auf dem obersten Rande des Fussgestelles *U* durch Schrauben befestigt ist. Am drehbaren Krangerüste befindet sich hingegen ein kurzer, nach abwärts reichender Arm, welcher zwei voneinander durch entsprechende Zwischenlagen wohlisolierte Stromabnehmer

trägt, von denen der eine auf a_1 und der andere auf a_2 federnd gleitet. Von diesen Stromabnehmern gehen dann die Zuleitungen b_1 und b_2 innerhalb des Krangestelles bis zum Kontroller R weiter. Während der Zeit, in welcher der Kran mit elektrischem Antrieb arbeitet, ist natürlich der Handbetrieb unmöglich, d. h. die bezügliche Kurbelachse A aus jeder Verbindung mit dem Zahnradvorgelege gebracht, wie dies Fig. 15 des näheren verdeutlicht. Zum Lenken der elektrischen Arbeit dient lediglich der *Kontroller*, der im wesentlichen nur aus einem Anlasswiderstande R (Fig. 14) und einem Anschlussumschalter (Richtungswechsel) besteht. Seine Bethätigung geschieht mittels des in bequemer Höhe am Ausleger angebrachten Handrädchens o_1, das zum Heben der Nutzlasten von links nach rechts, zum Niederlassen der Nutzlasten von rechts nach welche aus dem auf der Achse x_5 lose sitzenden Hebel q_1 besteht, dessen vorderes freies Ende mit einem gusseisernen Gewichte belastet ist, während er rückwärts, 18 cm vor seiner Drehachse x_5 durch einen Querbolzen mit dem Stahlbande u in Verbindung steht, das sich um die auf der Achse x_3 (Fig. 14 und 15) festsitzende Bremsscheibe m schlingt. Bei Benutzung des Kontrollers, d. h. im elektrisch motorischen Wege, wickelt sich aber das Niederlassen der Fördergüter nicht minder präzise, sondern auch wesentlich leichter ab, weshalb eben die später nochmals zu besprechende Bremse während des elektrischen Betriebes in der Regel niemals zur Anwendung kommt. Die Geschwindigkeit, welche sich beim elektrisch bewirkten Heben und Senken der Nutzlasten ergibt, beträgt 0,94 m in der Minute.

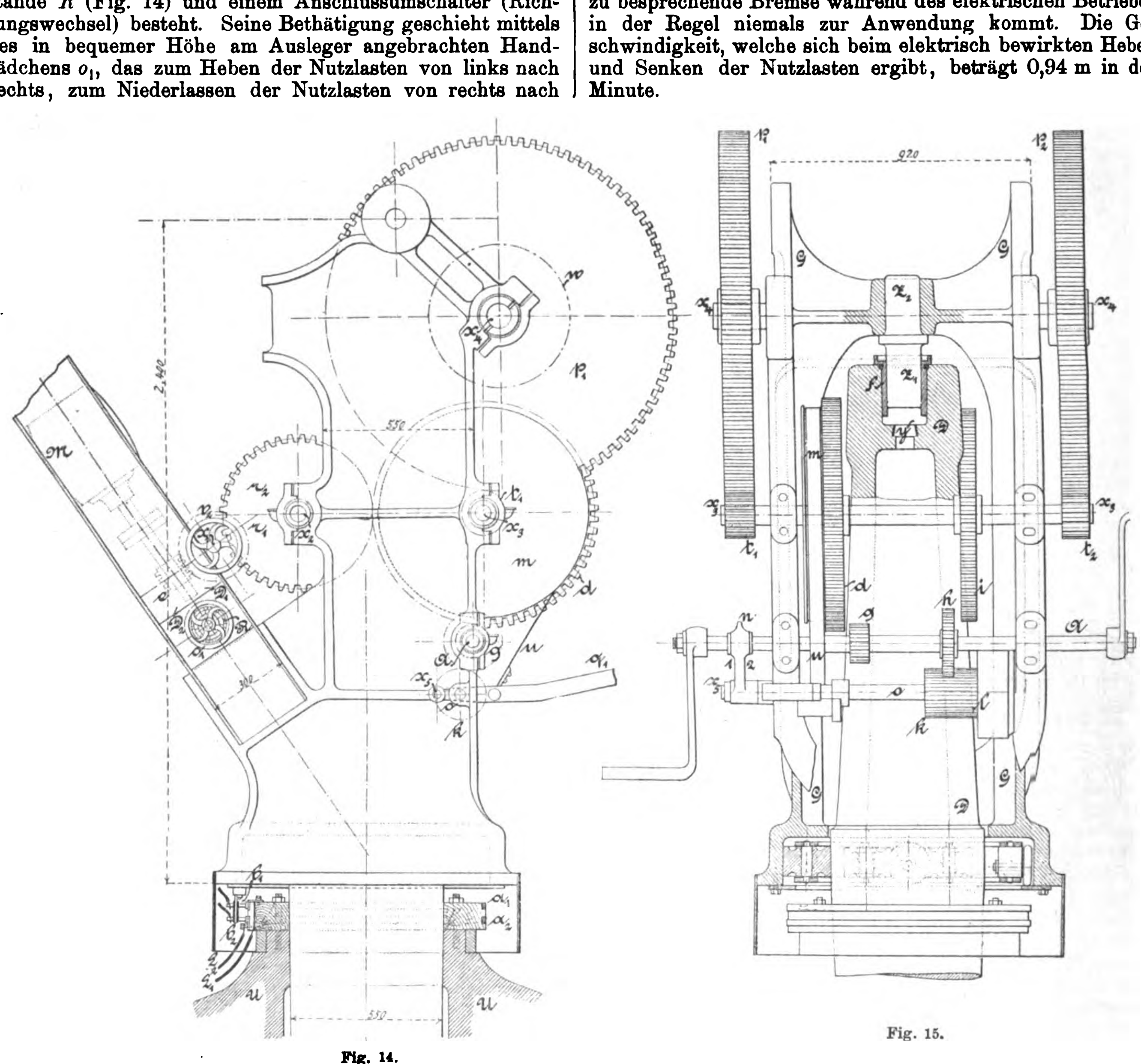


Fig. 14.
Anordnung für den elektrischen Betrieb.

Fig. 15.
Anordnung für den Handbetrieb.

links zu drehen ist, wogegen das Abstellen in einem wie im anderen Falle stets einfach durch das Zurückdrehen des Rädchens o_1 in seine Normallage bewerkstelligt wird. Die Uebertragung der Bewegung durch eine Schraube ohne Ende verursacht allerdings einen gewissen Verlust an Arbeit, allein man hat trotzdem diese Anordnung gewählt, weil sie den Vorteil einer vollkommenen Sicherheit gewährt, indem die gehobenen oder gesenkten Lasten, mögen sie noch so ungleich im Gewichte sein, stets genau und unverrückbar in den ihnen erteilten Höhelagen festgehalten bleiben, ohne dass hierzu noch des weiteren irgendwie Sperrvorrichtungen oder Bremsen erforderlich werden. Mit Rücksicht dessen lässt sich nach Ansicht der Konstrukteure des Kranes, der an und für sich keineswegs sehr grosse Arbeitsverlust leicht und gerne hinnehmen. Das Senken der Lasten kann übrigens, wenn man will, auch mit Hilfe einer Bremse q_1 (Fig. 13, 14 und 18) bewerkstelligt werden,

Soll an Stelle des elektrischen Betriebes Handbetrieb eingeführt werden, so ist zuvörderst geboten, das Schneckenrad r_1 (Fig. 13 und 14) mit der endlosen Schraube e des Motors ausser Eingriff zu bringen, weshalb die Zapfenlager der Achse x_1 in Schlitten gesetzt sind, die sich mit Hilfe einer Spindelschraube und des Handrades v_2 (Fig. 14) derart verschieben lassen, dass beim Rechtsdrehen die Ausschaltung, beim Linksdrehen die Einschaltung des Schneckenrades erfolgt. Mit der Aufhebung des Eingriffes zwischen e und r_1 löst sich gleichzeitig auch der Eingriff zwischen dem auf der Achse x_1 sitzenden Zahntriebes t (Fig. 13) und dem ersten Zahnrade r_2 des Vorgeleges. Des weiteren ist nunmehr auch die Handkurbelachse A (Fig. 13 bis 15), welche während des elektrischen Betriebes stets die in Fig. 15 dargestellte Lage haben muss, so zu verschieben, dass sie entweder mit dem Zahnrad g in das Zahnrad d oder mit h in i eingreift. So lange der Kran elektrisch

angetrieben wird, sind natürlich die auf A festsitzenden Triebe g und h ganz ausser jedem Zusammenhange mit dem Vorgelege und wird die diesfalls gebotene Lage der Kurbelwelle A durch eine mit einem Gegengewichte q (Fig. 18) versehene Klinke n gesperrt, indem dieselbe zwischen den beiden fest auf A sitzenden Ringen *1* und *2* liegt und jede Verschiebung in der Längsrichtung der Welle unmöglich macht. Sollen jedoch Nutzlasten schwereren Gewichtes mit der Handkurbel gefördert werden, so ist A (Fig. 15) so weit nach links zu verschieben, bis g in d eingreift. Behufs dieser Verschiebung muss vorher die Klinke n erst ausgehoben worden sein, während sie nach der Verschiebung wieder eingeklinkt wird, diesmal jedoch rechts neben den Ring *2*, worauf die in Fig. 17 besonders dargestellte Lage der Welle A eingetreten ist. Handelt es sich um die Förderung leichterer Werkstücke, so kann eine grössere Geschwindigkeit erwünscht sein und die Verschiebung der Handkurbelwelle erfolgt zu diesem Behufe nach rechts, so dass der Eingriff zwischen den Zahnrädern i und h bewirkt wird, wie es Fig. 16 zeigt, wobei die Klinke nunmehr links vom Ringe *1* ihren Platz erhält. Der Weg, welchen die gehobene Nutzlast in der Minute zurücklegt, beläuft sich bei der erstgedachten Zahnradschaltung auf 0,48 m, und bei der zweiten, wo die Räder h und i in Eingriff stehen, auf 0,92 m.

Eine besondere Anordnung bringt es mit sich, dass beim Handbetrieb die Lasten durch den Antrieb der Kurbelwelle nur gehoben, nicht aber auch niedergelassen werden können. Es ist dies eine Vorkehrung, die aus Sicherheitsrücksichten getroffen wurde und durch das auf der Welle A sitzende Zahnrad h (Fig. 15 bis 17) bewirkt wird, indem dasselbe bei jeder Lage der Kurbelwelle in die gezahnte Trommel k eingreift, welche lose auf der Achse o (Fig. 15) sitzt, seitlich aber in dem Gehäuse l mit einem kräftigen Gesperre versehen ist, das nur nach der einen, für das Heben der Lasten erforderlichen Drehrichtung der Trommel k bezw. des ganzen durch h oder g an die Achse A gekuppelten Vorgeleges die Bewegung zulässt. Das Niederlassen der Lasten muss also während des Handbetriebes stets nur unter Beihilfe der bereits früher erwähnten Bremse bewerkstelligt werden, nachdem der Kurbelwelle vorher die in Fig. 15 gekennzeichnete, eingrifflose Stellung gegeben wurde. Der Gefahr aber, welche entstünde, wenn eine Loskuppelung des Vorgeleges von der Sperrtrommel k früher vorzunehmen versucht würde, bevor die Bremse in Kraft getreten ist, hat man durch eine äusserst einfache Sperreinrichtung vorgebeugt. Diese letztere besteht darin, dass die in Fig. 18 für sich dargestellte Bremse q_1, so lange sie unwirksam ist, gleichzeitig eine Verriegelung für die Klinke n bildet, welche, wie schon früher ersehen wurde, jedesmal erst ausgehoben werden muss, ehe irgend eine Längsverschiebung der Handkurbelwelle sich vornehmen lässt. Für diesen Zweck hat der um x_5 drehbare Gewichtsarm q_1 der Bremse noch einen zweiten, kurzen, steifangeschmiedeten Winkelarm p_1, der sich mit einem seitlich vorstehenden Stift p_2 vor die Klinke n stellt, wenn und solange der Gewichtshebel q_1 durch einen untergeschobenen, an den Backen s_1 durch ein Gelenk verbundenen, abgeschrägten Arm s_2 in die Höhe gehalten bleibt. Schiebt man aber den mit einer in der Figur nicht ersichtlich gemachten Handhabe versehenen Stützarm s_2 zur Seite, so senkt sich der freiwerdende Hebel q_1 in die Bremslage und macht hierdurch seinerseits den Rücklauf einer schwebenden Last unmöglich. Da hierbei auch der Arm p_1 nebst Sperrstift p_2 genügend weit gedreht wird, um das Ausheben der Klinke n zu gestatten, steht nunmehr einer beliebigen Längsverschiebung der Handkurbelwelle A kein Hindernis mehr entgegen. Nachdem A in die eingriffslose Lage (Fig. 15) gebracht wurde, kann das Niederlassen der Last mit beliebiger Geschwindigkeit durch angemessenes Lüften der Bremse, d. i. durch geeignetes, vorsichtiges Entlasten, nämlich Heben des Gewichtshebels vorgenommen werden. Die Bremse wirkt in ihrer Arbeitslage für alle Fälle so kräftig, dass sie jede gehobene Last bis zum Gewichte von 10 t in jeder Höhe selbstthätig festhält. Dass es die vorbeschriebene Sperrvorrichtung auch ermöglicht beim Handbetrieb von der grösseren Geschwindigkeit zur kleineren oder umgekehrt, ohne weiteres überzugehen, gleichgültig, ob der Kran soeben eine Nutzlast trägt oder nicht, bedarf wohl keiner weiteren Erläuterung.

Dagegen bleibt schliesslich noch anzuführen, dass das Drehen des ganzen Kranes sich verhältnismässig sehr leicht bewerkstelligen lässt, und ohne Schwierigkeit von nur einem einzigen Arbeiter vollzogen werden kann. Die leichte Durchführung des Drehens ist, abgesehen von der günstigen Zapfenanordnung, von welcher bereits weiter oben die Rede war, durch einen aus vier vertikal- und acht horizontal gelagerten Rollen zusammgesetzten Kranz gefördert, der am Fusse des drehbaren Krangehäuses G (Fig. 15) die seitlichen Reibungen abschwächt. Sämtliche gezahnte Triebe und Räder des Kranes sind aus Stahl und an den Eingriffen reingefräst. Besonders sorgfältig ist die endlose Schraube der Motorachse ausgeführt, die in Oel läuft; ihre achsialen Rückwirkungen werden durch angemessene Verstärkungen und Rippen der Auslegerwände, welche das Motorgehäuse bilden, aufgenommen. Zum Schmieren der Elektromotorachse ist am freien Ende derselben ein eigener Schmierapparat mit dickflüssiger Schmiere angebracht. Abzüglich des elektrischen Teiles des Kranes sind für denselben 26 kg Bronze, 764 kg Stahl, 2800 kg Schmiedeeisen und 12900 kg Gusseisen, zusammen also 16490 kg Rohmaterial in Verwendung gekommen.

Luftbewegungsbilder.

Von *Karl Steffen* in Röhrsdorf bei Hainspach, Deutschböhmen.

(Fortsetzung von S. 304 d. Bd.)

Als ich in obgenannter Abhandlung (S. 307) die Vermutung aussprach, dass durch das rapide Auswerfen gespannter Luftmassen gewissermassen ein Ueberfliessen und Zusammenfliessen mehrerer hintereinander folgender Nebenströmungen zu einer wellenförmigen Schwingungsbewegung und zwar bei besonders raschem Schwingen stattfindet (siehe Fig. 3b), war ich von einer Vorstellung beherrscht, die sich, wenn auch nicht unmittelbar, so doch mittelbar als richtig zu erweisen scheint.

Diese Vorstellung gipfelte in der Voraussetzung, dass die Luftmassen bei so grossartigen dynamischen Wirkungen, wie ich sie zu beweisen unternahm, sich notwendig in eine Bewegungsform begeben müssten, welche durch ihren Charakter schon in die Augen fallend sein musste.

Das erzeugte Spannungsgefälle konnte dabei bloss die auslösende Ursache der charakteristischen Luftbewegungsformen sein, denn dieses ist ja selbst keine solche.

Weiter musste, so sagte ich mir, die Luftbewegung eine mir bis dahin noch ganz dunkle Umkehrung ihrer Bewegungstendenz vom Flügel zurück zum Flügel erfahren, denn dafür sprechen die ganz gewaltigen Wälzungen der Luftmassen nach vorne und ihre augenscheinlichen Mitwirkungen beim Vortrieb des Flügels.

Alle diese Betrachtungen zusammen genommen, gipfelten in der Vermutung, es müsse eine Umbildung der elementaren Auswurfbewegung mehrerer Schwingungsphasen in eine zusammengesetzte Wellenschwingung mit vorläufiger Tendenz stattfinden.

Für letztere fehlte mir jedoch die sichtbare Regel und die Raucherscheinungen waren offenbar zu flüchtig, um durch sie das Fehlende zu finden.

Darum griff ich zu den erwähnten Versuchen mit den nicht verflüchtigenden Seidenfäden; aber auch diese führten zu keinem befriedigenden Resultat, wenn auch das heftige Vorschlingern des Fadenendes mich in den Vermutungen bestärkte; die Gewissenhaftigkeit, welche allein vor späteren Widersprüchen



schützen kann, verbot mir also noch immer, eine bestimmte Behauptung auszusprechen.

Ein Zufall führte mich einen Schritt weiter zum Ziele.

Ich hatte eine Partie Klappen, wie ich sie zum Bau meiner Maschine benötigte, als unbrauchbar in ein offenes Wasser gelegt, damit sich die provisorisch benutzten Leimverbindungen lösen sollten.

Bei dieser Gelegenheit versuchte ich die bekannten Klappenschwingungen auch einmal im Wasser.

Der Raum war genügend gross, das Wasser in vollkommen beruhigtem Zustande, und die Schwingungen wurden durch das unbehinderte seitliche Abtreibenlassen so geführt, dass nur regelmässige Wasserbewegung entstehen konnte. Der Umfang der erzeugten Bewegungen war im Verhältnis viel kleiner, als ich bei der Luft wahrgenommen hatte, die Reaktion (Vortrieb) um vieles stärker, aber auch die aufgewandte Arbeit um ebensovieles bedeutender.

Das sei übrigens nur nebenbei erwähnt.

Die Hauptsache war, dass sich die Vorgänge träger und wegen ihres geringeren Umfanges auch übersichtlicher abspielten, und dies war die mittelbare Ursache, dass ich eine Erscheinung beobachten konnte, die mir bei der Luft bisher entgangen war.

Treibt parallel also eine solche Fläche (Klappe), mit ihrem Querprofil zum Wasserspiegel bewegt, ab, so zieht hinter ihr ein tiefer und scharf gezeichneter Trichter wirbelnder Wassermassen, anfänglich mit mehr zentrifugaler Tendenz der Umfangsmassen, später, d. i. am Schluss einer Schwingung, verliert sich diese allmählich und es entsteht eine ganz auffallende Vertiefung der Trichteröffnung. Bei näherer Betrachtung ergab sich, dass ich es mit einem verhältnismässig mächtigen Wassercyklon zu thun hatte, der im weiten Umkreis seine wälzenden Wasserringwellen zog und immer im Rücken der Klappe zu haften schien.

Die Ringwellen setzten die Klappe in Vibrationen, die lange anhielten.

Wird die Schlagrichtung der Klappe rechtzeitig gewechselt, d. i. so lange sich der Cyklon noch nicht verloren, so trifft natürlich die Rückseite der Klappe auf die wälzenden Massen und erhält einen vermehrten Druck.

Das auffallendste an der Erscheinung ist aber, dass diese stets im Rücken der Klappe nachwälzende Wassermasse in ihrer Nachwirkung noch lange vorhält, wenn die Klappenschwingung längst aufgehört hat.

Ein Aehnliches hatte ich schon oft bei der Bewegung von Luft bemerkt, wenn ich die Luft mit Klappen bearbeitete.

Ich hatte dies an einem Licht, das im Rücken der Klappe aufgestellt war, wahrgenommen.

Dasselbe zitterte oft, nachdem ich die Klappe bereits aus der Hand gelegt hatte, in Zwischenzeiträumen von mehreren Sekunden so heftig, dass es dem Verlöschen nahe war.

Verwandte Wirkungen müssen von verwandten Ursachen kommen; übrigens liegt gar kein Grund vor, von den hydrodynamischen Vorgängen nicht auf analoge Erscheinungen in dem Luftkreis Rückschlüsse zu machen; im Gegenteil, die Natur der Luft, ihre Beweglichkeit, Elastizität u. s. w. befähigen sie noch mehr als das Wasser zur Entfaltung mächtiger cyklonaler Bewegung.

Fig. 1.

Aus diesen Gründen wurde das weitere Verhalten der ausgeworfenen Luftmassen mit Bezug auf ähnliche Wirbelbildungen untersucht oder mit anderen Worten eine Weiterentwickelung des bereits erkannten Spannungsprozesses im obigen Sinne gesucht. Dabei stellte sich allerdings die sichtbare Nachweisung solcher cyklonaler Strömungen um so schwieriger heraus, je später oder je langsamer die erzeugten Wirkungen der erregenden Ursache nachliefen, weil der Rauch inzwischen verflüchtigte.

Trotzdem gelang es wiederholt, schöne Rauchcyklonfäden (Fig. 1) mit Beschleunigung aus dem langgestreckten Entspannungsraum austreten („Austrittsstelle" der Figur) und in grossen Bögen über den Rücken der Klappe wegwälzen zu sehen. Je angemessener die Rauchverteilung, desto vollkommener das Bild.

Auch entlang der Klappen ist eine gegen die Spitze zu wechselnde Cyklonbewegung zu sehen (Fig. 2), so zwar, dass das Totalbild eigentlich einer Windhose gleicht, die sich mit ihrer stumpfen Spitze zunächst des Drehpunktes der Klappe bewegt.

Die Bewegung ist, wie gesagt, eine beschleunigt wachsende und langandauernde, später scheint sich dieselbe in einem Wirbel von schwindender Zentrifugaltendenz zu verlieren.

Diese letzten Stadien sind schwer nachzuweisen, weil sie, wie gesagt, erst nach ziemlich bedeutender Zeitdauer eintreten und der Rauch inzwischen verflüchtigt.

Es bestätigt sich also die eingangs gemachte Annahme von Luftcyklonen in unwiderleglicher Weise und in bedeutend grösserem Umfange, als wir beim Wasser gesehen.

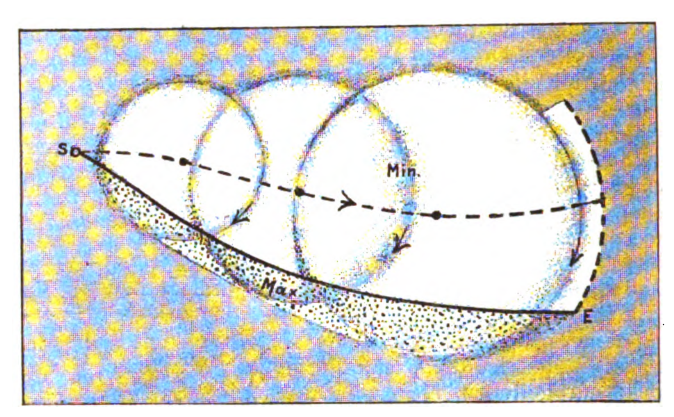


Fig. 2.

Aber noch ein anderes wesentliches Merkmal zeichnet die Wirkung dieser kleinen künstlich erzeugten Sturmcyklone vor den Wirkungen der Wassercyklone aus.

Hat man im Wasser das Gefühl, und zwar beim Schwingungswechsel, auf träge beharrende Cyklonmassen zu treffen (grosser Arbeitsaufwand der Hand im Vergleich zum Vortrieb), so verraten die Luftcyklone abermals jenes schon bekannte Repulsionsvermögen, das sich um so heftiger entfalten kann, je nachgiebiger und flüchtiger sich der Flügel verhält.

Es ist mir bei diesen Versuchen zur unumstösslichen Ueberzeugung geworden, was ich stets als Anstandsregel der Luft gegenüber beobachtete, nämlich, dass eine gewisse feinfühlige Nachgiebigkeit, ein Sichtreibenlassen, die schönsten und grossartigsten Lufteffekte entbindet; dagegen unvernünftiges Drauflosschlagen (Gewalt) die schwungvollen Bewegungsformen der Luft knickt, zerdrückt, oder wie man's nennen will, ganz gewiss aber zerstört.

Schon *Lilienthal* hat ähnliche Gedanken ausgesprochen (*Der Vogelflug*, S. 84); hat aber *Lilienthal* die rohe Behandlungsweise der *ebenen* Flächenform zur Last gelegt, und an ihre Stelle gewölbte Flächen als die geschickteren gesetzt, so sehen wir jetzt, dass diese gerügte Behandlungsweise nicht in einer *passiven* Flächenform, sondern in einer ungeschickten, dem repulsiven Charakter des Bewegungsmittels nicht angemessenen Flächenführung (Bewegungsform) ihren Grund hat.

Lassen wir z. B. die Fläche nicht glatt abtreiben, so kann der wirkungsvolle Cyklon nicht entstehen, weil ihm der Entwickelungsraum, das langgestreckte Minimum (Gefälle), hinter dem Flügel nicht frei gemacht wird, in welches, wie bekannt, die hochgespannten Luftmassen einstürzen müssen, um jene mächtige tangentiale Anfangsbeschleunigung anzunehmen, welche zur Cyklonbildung führt.

Statt sich in dem Gefällsraum zu formieren, branden die Luftmassen und zersplittern sich in unzähligen divergierenden Richtungen in kleine Cyklönchen (Wirbel), die ohne gemeinschaftlicher Rotationsachse nicht jene Thätigkeit entfalten, welche noch zur Erörterung gelangt.

Es steht nun die Frage darum, in welcher Weise diese Cyklone sich an der Erzeugung der erwähnten Spannungseffekte beteiligen.

Wir wollen uns vorerst die Entstehungsweise des Cyklons vergegenwärtigen.

Die Wirkung der Klappe auf die gespannten Luftmassen an der jeweiligen Brustfläche der Klappe ist eine doppelte; beide vollziehen sich fast gleichzeitig.

Einerseits wirft die Klappe die genannten Luftmassen in den Entspannungsraum nach hinten aus, was durch das selbsterzeugte Spannungsgefälle beschleunigt wird; andererseits wird die Klappe selbst und rückwirkend durch den empfangenen elastischen Repulsionsstoss der gespannten Luftmassen angetrieben und zieht die eben ausgeworfenen Luftmassen wieder nach sich, weil das Minimum im Rücken der Fläche immer neue Entspannung erleidet. In dieser Richtung wirkt die Klappe als Saugnapf.

Es entsteht da, wie wir schon früher gesehen haben (S. 304 d. Bd. Fig. 1), doch immer wieder die Luftschleife vom Maximum ins Minimum; aber durch das Auswerfen ist diese Schleife gewissermassen ausgeweitet oder gedehnt worden zu einem grossen Bogen oder Ring, und dieser Luftring bekommt ausserdem durch die einseitig angreifende Tangentialbeschleunigung zunächst der Austrittsstelle des Luftringes eine Drehtendenz, welche dem Ring nebst seinem Bestreben, am Rücken der Klappe haften zu bleiben, wälzen hilft.

Die untere Begrenzungslinie des langgestreckten Minimums hinter der Klappe bildet sozusagen die Rollbahn des Cyklons.

Es ist ferner leicht einzusehen, dass die Zentrifugaltendenz dieses rotierenden Luftmassenringes eine Ausdehnung (Expansion) in radialer Richtung bewirkt und demselben jene schöne kreisförmig ausgeglichene Rundung gibt, die wir an der Erscheinung thatsächlich beobachten.

Im Innern des Luftringes liegt ein Minimum von bedeutender Entspannung, denn die Luftschleife hat sich sozusagen um den Entspannungsraum im Rücken der Fläche herumgeschlungen und schliesst wie ein Wallgürtel von gespannten Luftmassen den Innenraum von dem umliegenden normalgespannten Felde ab; der Innenraum steht nur mit dem Maximum an der Brustseite der Klappe in Verbindung, und bildet für dieses einen Gefällsraum oder ein Zugloch.

Sollten, was ja nicht zu wundern wäre, noch Zweifel bestanden haben, ob das früher behauptete hohe Spannungsgefälle ohne Schutz gegen die im Rücken der Klappe zusammenschliessenden normalgespannten Luftmassen auch wirklich so lange vorhalten könne, so bildet diese neue Weiterentwickelung der Sachlage den sinnfällig werdenden Beweis gegen diese Zweifel.

Die Cyklonerscheinung verbildlicht uns somit den Vorgang, den wir in dem früheren Aufsatze bloss aus dem Verhalten der (beschleunigt vortreibenden) Klappe notwendig folgern mussten, nunmehr in einer für Verstand und Auge erst recht erkennbaren Art und Weise — nichts weiter; man muss sich wohl hüten, Ursache (erzeugtes Spannungsgefälle) und Wirkung (Luftbewegungsform) zu verwechseln und so etwa in den alten Fehler der Flugdynamiker zu fallen, weil sonst abermals der eigentliche Massstab für die Ursachgrössen verkannt, und in dem Chaos der Erscheinungen das treibende Agens verschwindet.

Nebensächlichkeiten fesseln nur allzusehr das Auge vieler Forscher und lenken seinen Blick vom Brennpunkt der Erscheinung ab, und dann beginnt die ruhelose Jagd nach den Ursachen, der Ursachen ohne Ziel und Ende.

Es läge eben nahe, bei Wahrnehmung der oben gezeigten Cyklonerscheinungen in das Lied von den direkt flugfördernden Zentrifugalwirkungen als angebliche Ursache einzustimmen, wie dies z. B. *Lilienthal* und andere gethan; aber man vergisst, dass diese die Zentrifugalwirkungen eben nicht wären, wenn das künstlich erzeugte Spannungsgefälle nicht wäre; dass die Cyklonerscheinung als Luftbewegungsform nur die Endentwickelungsform des Spannungsprozesses ist, also Spannung in Bewegung umgesetzt wurde und letztere nur die Akkumulationsform neuer Spannungen ist — also neuer Ursachen; oder auch die dynamische Gleichgewichtsform der Luftbewegung, in welcher diese ein potenziertes Spannungsvermögen besitzt, keineswegs aber von einer Wirkung plötzlich zur Ursache wird. Das wäre sinnverwirrend und würde die Flugwissenschaft alsbald wieder in jenes mysteriöse Dunkel zurückstossen, welches sie gleich einer Geheimwissenschaft umfing, und welches reale Menschen anwiderte.

Und damit haben wir auch schon gesagt, welcher Natur die eigentlich flugfördernden Ursachen wieder sind.

Es sind die inneren Spannungen des Cyklons, welcher über den Rücken der Klappe wegwälzt und welcher die Klappe jedesmal beim Schwingungswechsel begegnet (Fig. 1).

Diese Spannungen sind naturgemäss am grössten, so lange die Zentrifugaltendenz der rotierenden Umfangsmassen beschleunigt wirkt — weil sich da der Luftball sozusagen bläht und seine ganze Repulsionsenergie abzugeben im stande ist.

Dieses Stadium tritt in dem Moment vollständig ein, wenn der Schwingungswechsel eingetreten ist, denn dann drückt die Klappe den Cyklon mit ihrer Rückenseite ein, und der entspannte Raum im Innern desselben füllt sich rapid und zwar von der anderen Seite der Klappe her, durch die vorne entstandene Kommunikation mit dem umliegenden normalgespannten Luftfelde, mit Luftmassen, so zwar, dass inmitten des Cyklons ein Maximum entsteht. Diese gespannten Luftmassen stossen sich vom äusseren Rande des Cyklons (jetzt Anticyklon) ab und wirbeln in der Anticyklonachse zusammen.

In der Zeichnung ist dieses Stadium durch den punktierten Kreis zunächst der nächstfolgenden Schwingungslage der Klappe dargestellt.

Der Zeitpunkt der grössten Cykloneffekte ist aber ein verhältnismässig kurzer Augenblick und trifft mit einem kurzen Intervall in der Tieflage der nächsten Schwingung ein — vorausgesetzt, dass die Schwingungswege, welche aus dem horizontalen Abtriebsweg und der Ausschlagshöhe resultieren, mit dem Flächenareal und deren elastischem Klappvermögen in einer gewissen, mir noch etwas dunklen Harmonie stehen.

Gewisse auffallende Erscheinungen bestätigen dies.

Zum Beispiel erhält man immer dann den grössten Effekt, wenn man in der Tieflage oder Hochlage einen kurzen Moment aushält. Es besteht also zwischen dem korrespondierenden Verlauf der nebeneinander ziehenden Klappen und Luftschwingungen ein Zeitintervall, das um so grösser wird, je grösser die angewandten Klappenflächen sind.

Ferner ist dieses Intervall auch um so grösser, je angemessener der Elastizitätsgrad der Klappenfahne ist.

Uebrigens haben wir für dieses merkwürdige, aber ganz gewiss erklärliche Phänomen einen drastischen Beweis in der Thatsache, dass die Vögel je nach ihrer Grösse einen ganz bestimmten Rhythmus ihrer Flügelschläge einhalten, oder genauer gesagt, der grösseren Fläche und dem flacheren Auswurfwinkel eine um so grössere Schleife entspricht, weil sich mehr ergriffene Massen mit einem kleineren Umfangswinkel oder Tangentialwinkel ihrer Beschleunigung beteiligen.

Dieser vollkommeneren Ausbildung des Cyklons entspricht eine grössere Zeitdauer der Entwickelung (Intervall), aber auch eine mächtigere Entwickelung.

Dieses Zeitintervall ist die *messbare Grösse jener schon früher bezeichneten Ausgleichsverzögerung*, welche als Hauptursache des auffallenden Wachsens der Repulsionsstösse genannt wurde.

Es ist also diese vielleicht noch problematisch, weil unmessbar erschienene „Ausgleichsverzögerung" zu einem messbaren und damit nachweisbaren Faktor der Flugbewegung geworden.

Das Zeitintervall der hintereinander verlaufenden Klappen und Luftbewegungen (Schwingungen) wird natürlich in dem Rhythmus der Flügelschwingungen erkennbar, als das Zeitmass derselben.

Es ist bedingt durch das notwendig zuwartende Verhalten des Flügels, bis die Cyklonwirkungen eintreten, und das rechtzeitige Umsetzen der Schwingungen, wenn die Cyklonwirkungen erschöpft sind, d. i. also der Takt.

Wird man fliegen wollen, so wird man dieses wichtigste Element der Flugbewegung beachten müssen.

Es wäre ganz unsinnig, mit grossen Flügeln grosse Schlaggeschwindigkeiten, mit kleinen Flügeln kleine Schlaggeschwindigkeiten ohne Anpassung an die Zeitdauer der stets nachlaufenden und zwar um so langsamer nachlaufenden Cyklonschwingungen, je grösser der Flügel ist, zu wählen.

Darin unterscheidet sich die technische Seite des Flugproblems von anderen technischen Disziplinen, dass es gleichsam in den Rhythmus, in den Takt des Bewegungsmittels — und da dieses ein Naturobjekt ist, das strengen, von aussen her einwirkenden Naturgesetzen unterliegt — in den Rhythmus der natürlichen Bewegungserscheinungen mit einstimmen muss, wenn nicht eine Dissonanz erklingen soll.

Nehmen wir z. B. den Fall, wir schlagen den Anticyklon mit plötzlich wachsender Klappenbeschleunigung durch, so wird der letztere zerdrückt und es entsteht ein momentaner Spannungsabfall nach allen Seiten. Die Folge ist das von *Lilienthal* oft erwähnte plötzliche Abfallen der Bewegung, ein förmliches Einbrechen nach unten mit allen seinen Gefahren; oder es entsteht, was noch gefährlicher ist, ein gewaltiges Kippmoment um die Schwerachse, wenn der Cyklon stärker ist und den Flügel rückwärts durchdrückt.

Der natürliche Uebergang des Anticyklons in den Cyklon derselben Schwingung vollzieht sich langsam und im Verlauf der schwindenden Zentrifugaltendenz der Cyklonmassen, durch Umkehrung der letzteren in eine solche von umgekehrter Beschleunigung (siehe Pfeilrichtung des nächstfolgenden Cyklons, Schwingungslage *2*).

In dieser Lage wird sich der Spannungsbereich des Maximum auf eine bedeutend grössere Menge von Luftmasse erstrecken, weil der Anticyklon selbst Spannungsmassen mitgebracht hat, daher die wachsende Grösse des nächsten Cyklons bezw. des nächsten Minimum; es findet also thatsächlich auch ein *mittelbares* Ueberströmen von Auswurfmassen der vorhergehenden Schwingung in die Auswurfbewegung der nächstfolgenden Schwingung statt — somit also keine *direkte* Ueberströmung, wie anfangs nur vermutungsweise ausgesprochen wurde.

Dafür findet aber die notwendig erkannte wachsende Spei-



sung (Massenregeneration) mit Luftmassen von Schwingung zu Schwingung statt, und ist auch die Umsetzung von Luftbewegung (Wellenschwingung) mit rückläufiger Tendenz in eine solche mit vorläufiger Tendenz unschwer einzusehen.

Diesbezüglich wird sich noch manche interessante Enthüllung machen lassen, insbesondere auch dann, wenn die mathematische Formulierung der ganzen Vorgänge geschehen wird, die gegenwärtig noch zurückgestellt werden muss, bis das Erscheinungsbild als solches durchaus aufgedeckt ist.

Bevor aber die Erscheinung noch weiter ins Kleine beschrieben wird, möchte ich gewissermassen einer fehlerhaften Auffassung der beschriebenen Vorgänge schon jetzt vorgreifen.

Gestützt auf die Erfahrungen, welche man von der mächtigen Beharrungswirkung rotierender Massen auf eine freie Achse gemacht hat, z. B. beim Kreisel, könnte man sehr leicht diese oder z. B. auch die Umschwungsbeschleunigung der Masse als das eigentlich treibende Agens des Klappenvortriebes hinstellen.

Es ist in dieser Beziehung mit dem Begriffe „Beharrung“ schon manche täuschende Hypothese entstanden und diese übertragen auf zu leistende Arbeitsprozesse, gewissermassen als „arbeitleistend“ oder „arbeitsparend“ angenommen worden.

Diese Vorstellung, fürchte ich, könnte auch den wahren Inhalt meiner Spannungshypothese, welche elastische Wellenschwingungen, nicht lokomotorische Massenbewegung als treibendes Agens setzt, falsch deuten.

Die lokomotorischen Luftbewegungen sind bloss die Vermittler höherer Spannungsformen der Luft, wie schon gesagt, das Endprodukt ist immer wieder neue Spannung, welche sich selbstthätig durch Entspannung in Selbstschwingung der Luft umsetzt.

Die Beharrung der im Rücken der Klappe wandernden Cyklonachse hat nichts anderes zur Folge, als dass der Cyklon gewissermassen an der Fläche haftet, die innere Spannung wirkt nicht ebenso passiv, diese wirkt repulsiv oder stossend, weil sie aus ihrem örtlich gespannten Zustande von selbst in die Normalspannung drängt, was die Beharrung oder auch eine ihrer Formen, die Zentrifugalmassenwirkung, nicht thun kann.

Es ist daher eine direkte Einwirkung der Zentrifugalbeschleunigung der Luft auf die Klappe ausgeschlossen — wie schon gesagt.

Andererseits sind aber auch Spannungswirkungen ohne Vermittelung durch lokomotorische Luftbewegung, wie dies z. B. *Emil Jakob* behauptet, nicht nachzuweisen und dürfte die Nichtbeachtung der wichtigen, in die Augen fallenden Bewegungen, diese Theorie sich in dasselbe mystische Dunkel stossen, das vordem die von *Emil Jakob* bekämpfte Luftwiderstandstheorie umfing.

Dagegen hat die Cyklonaltheorie Mr. *Herings* (Amerika) den Vorzug einer lebendigen Greifbarkeit, also von vornherein eine reale Aussenseite; jedoch beschäftigt sich dieselbe nicht mit selbsterzeugten Cyklonwirkungen, sondern mit jenen bekannten cyklonartigen Luftbewegungen, welche ohne unseren Willen einen Einfluss auf die Segelbewegung mit Segelapparaten nehmen.

Und doch kann es sich bei einem Fall von Selbst- oder Willkürbewegung, wie er uns bei der praktischen Lösung der Flugfrage zur Aufgabe gestellt ist, nicht um zufällig sich ereignende Faktoren, sondern nur um selbst zu schaffende Faktoren handeln, weil wir uns ansonsten wieder in derselben leidenden Rolle befinden, wie bei der unlenkbaren Ballonbewegung.

Immerhin hat *Herings* auf die gewaltigen Cyklonwirkungen beim Segeln hingewiesen, welche oft so mächtig sind, dass sie einen Segelflugapparat zum vollständigen Kippen um 180° um die Cyklonachse bringen; lässt der Flieger den Apparat rechtzeitig los, so gelangt er später als der letztere zu Boden, und zwar kommt er auf dem vollkommen umgestürzten Apparat zu stehen oder zu liegen.

Wir brauchen weiteres über die Gewalt dieser eigentümlichen Luftbewegungsform, z. B. einer Windhose, die ja auch eine Art Cyklon ist, kaum zu erwähnen, diese ist zu bekannt; erst kürzlich berichteten die Zeitungen aus der nächsten Nähe meines Wohnortes von Windhosen, die in einigen Fällen Menschen 30 m weit forttrugen.

Wiederholen wir kurz das Gesagte, so sehen wir das bereits im früheren Aufsatze Behauptete sinnfälliger bestätigt, als es damals geschehen konnte.

Das Gefälle wächst von Schwingung zu Schwingung im beschleunigten Masse durch die cyklonale Bewegung der Luftmassen, mithin auch die Spannungen der letzteren und der durch diese verursachte Vortrieb des Flügels, und damit haben wir ein Prinzip gefunden, das uns den Flugerhaltungsprozess in befriedigender Weise erklärt.

Könnten also noch Zweifel bestehen bezüglich der im früheren Aufsatze erörterten „Erhaltung des Spannungsgefälles“, so fände die letztere durch die eben geschilderten Bewegungsvorgänge abermals eine zwangslose Erklärung bezw. eine ergänzende Verbildlichung durch die noch aussenstehend gewesenen Begleiterscheinungen, und was noch schwerer wiegt, als alles dieses, ist die Thatsache, dass der intimere Umgang mit Flügeln in der Luft diese Erscheinungen ganz verständlich macht.

Wir erklären uns jetzt spielend die merkwürdige und manchem Flugdynamiker so rätselhaft als schön vorgekommene Wahrnehmung, dass es im Umgange mit der Luft eines gewissen *taktmässigen* und *wohlabgemessenen* Verhaltens bedürfe, um wirkliche Effekte abzuringen; ein blindes, brutales Drauflosschlagen findet ebenso wenig Widerhall, als ein wütendes Einbohren, einfach darum, weil die Luft selbst ein äusserst bewegliches Element ist, in welchem unsere Flügelbewegung bloss intermittiert oder Zwischenschläge machen kann.

Zwar haben wir gesehen, dass auch die freibeweglichen Luftmassen sich in wunderbarer Regelmässigkeit neben der Flügelbewegung formieren und anschmiegen, aber die Perioden dieses Nebeneinanderlaufens zweier Schwingungen sind um ein gewisses Zeitmass verschoben; also die Luftwellenschwingungen laufen den Flügelschwingungen nach, und verlangen daher ein gewisses Zuwarten bis zu ihrer Entfaltung und rechtzeitiges Einsetzen im Moment ihrer grössten Entwickelung, und diese Geschicklichkeit, dieser Anstand ist es, was so manchen Flugdynamiker schon auf den Gedanken gebracht hat, dass es einer Feinfühligkeit bedürfe, um der Luft ihr bestes Können abzufühlen — und dass jeder andere Umgang von ihr als roh und brutal mit störrischer Widerharrigkeit beantwortet wird.

Vielleicht ist gerade dieser anscheinende Intelligenzgrad der Luft so recht eine weise Einrichtung der Natur; denn er verlangt von dem sie beherrschenden Menschen einen mindestens höheren Grad geistiger und kultureller Entwickelung, als ein Volk von Barbaren besässe, das im Fluge nur ein Mittel schrecklicher Verheerung begrüsste.

Eines ist gewiss, so einfach, ich möchte sagen so sinnlos brutal und so wenig künstlerisch wie die Luftwiderstandstheorie das dynamische Flugproblem darstellte, ist dieses nicht. Die Flugkunst wäre wahrlich keine Kunst, wenn sie in einem blossen Drauflosstürmen auf die Luft mit ungeschickt grossen Flächen bestände. Die Flugwissenschaft, welche ganz gewiss berufen ist, die Nährmutter vieler anderen Naturwissenschaften zu werden, die, wie schon so oft, berufen sein werden, in die grossartigen Schönheiten der Natur einzuführen, wäre ihrerseits sehr grobsinnig, wenn alles so wäre, wie die Widerstandstheoretiker sagen; mit einem Wort, sie wäre eine blosse Gewalttheorie, die ihr Leben nicht einmal selbständig ohne der viel geistvolleren Motorentheorie entwickeln könnte; sie wäre das Aschenbrödel der Natur — nicht die souveräne Königin der technischen Wissenschaften.

Kleinere Mitteilungen.

Die Lokomotiven auf der Pariser Weltausstellung.

Ueber diese Lokomotiven hielt in der am 23. Oktober d. Js. abgehaltenen Sitzung des *Vereins deutscher Maschineningenieure* Eisenbahnbauinspektor *Fränkel* aus Dortmund einen ausführlichen Vortrag, dem wir folgendes entnehmen.

Insgesamt sind 66 Lokomotiven aus allen Kulturländern ausgestellt; auch hier nimmt die deutsche Industrie einen hervorragenden Platz ein. Im einzelnen sind ausgestellt: leistungsfähige und ruhig laufende Schnellzuglokomotiven, Personenzuglokomotiven für grössere Geschwindigkeiten, für schwere Züge und geneigte Strecken, grosse Güterzuglokomotiven für die schwersten Züge und geneigte Strecken, Tenderlokomotiven für alle Zwecke, mit Ausnahme eigentlicher Schnellzuglokomotiven, elektrische Lokomotiven für Vollbahnen.

Was die einzelnen Konstruktionsteile der Lokomotiven betrifft, so interessierten hinsichtlich der Kesselanordnung besonders die zur Vergrösserung der Heizfläche mit inneren Rippen ausgestatteten Serve-Rohre und die von der Firma *A. Borsig* mit Erfolg bewirkte Anbringung eines Ueberhitzers, sowie die Oelfeuerungen. Bei der eigentlichen Maschine finden sich viele Kolbensteuerungen. Der Dampfdruck ist bis auf die hohe Zahl von 16 at erhöht. Die Verbund- oder Compoundmaschinen sind sehr gut vertreten; es finden sich fast alle denkbaren Variationen der Viercylinderanordnung vor.

Von besonderem Interesse ist auch die im Auslande sich immer mehr und mehr verbreitende Anwendung des Stahlgusses und die in Anlehnung an den Schiffsbau ausgebildete, die Verminderung des Luftwiderstandes bezweckende scharfe Bauart der Vorderfläche der Lokomotiven.

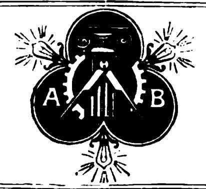
Arnold Bergsträsser Verlagsbuchhandlung (A. Kröner) Stuttgart.
Druck der Union Deutsche Verlagsgesellschaft ebendaselbst.



DINGLERS
POLYTECHNISCHES JOURNAL.

81. Jahrg., Bd. 315, Heft 46. Stuttgart, 17. November 1900.

Jährlich 52 Hefte in Quart. **Abonnementspreis** vierteljährlich 6 M., direkt franko unter Kreuzband für Deutschland und Oesterreich 6 M. 65 Pf., für das Ausland 7 M. 30 Pf. Redaktionelle Sendungen und Mitteilungen bittet man zu richten: An die Redaktion von „Dinglers Polytechn. Journal" in Stuttgart, die Expedition betreffende Schreiben an Arnold Bergsträsser Verlagsbuchhandlung (A. Kröner) Stuttgart.



Die Dampfmaschinen der Pariser Weltausstellung.

Von **Fr. Freytag**, Chemnitz.

(Fortsetzung von S. 693 d. Bd.)

Die von *A. L. Thunes*, Mek. Voerksted in Christiania (Norwegen), gelieferten, mit je einer Dynamo der Firma *Schuckert und Co.* direkt gekuppelten, stehenden Schnellläufer — eine Einfach-Expansionsmaschine von 5,5 PS_e und eine Zweifach-Expansionsmaschine von 55 PS_e — zeichnen sich durch grosse Stabilität und gedrängte Bauart bei nur geringem Eigengewicht vorteilhaft aus. Eine grosse Anzahl derartiger Maschinen (Fig. 68 und 69) ist für den norwegischen Staat und die Marine geliefert worden.

Fig. 70 und 71 lassen die Bauweise der Einfach-Expansionsmaschine von 5,5 PS erkennen.

Die Hauptabmessungen sind folgende:

Cylinderdurchmesser	95	mm
Kolbenhub	90	„
Kesselspannung	8	kg/qcm
Minutliche Umdrehungszahl	600	

Zur Dampfverteilung dient ein in das Schieberkastengehäuse eingeschliffener Kolbenschieber, der von einem auf einem festen Exzenter der Kurbelwelle beweglichen, mittels Flachreglers auf veränderlichen Hub und Voreilwinkel eingestellten zweiten Exzenter in der in Fig. 70 ersichtlichen Weise gesteuert wird.

Die Schwunggewichte des Flachreglers sind durch Lenkstangen mit diesem zweiten Exzenter verbunden; ihrer Zentrifugalkraft wird durch die Spannung einer einzigen, zentralen Schraubenfeder Gleichgewicht gehalten.

Die Zweifach-Expansionsmaschine (Fig. 72 und 73)

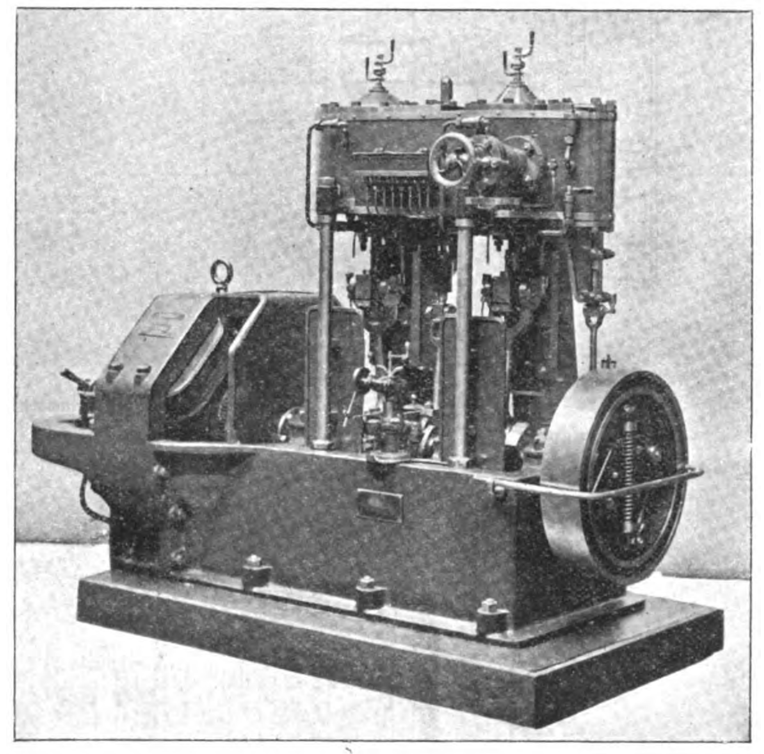


Fig. 69.
Zweifach-Expansionsmaschine von Thunes mit einer Dynamo von Schuckert und Co.

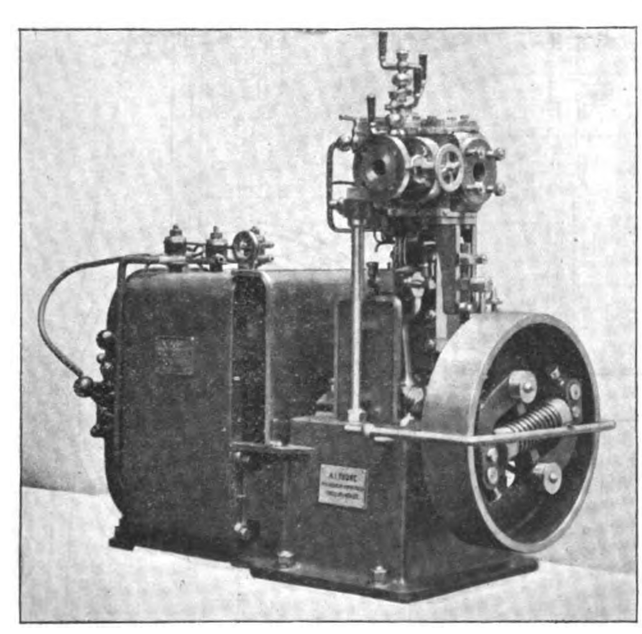


Fig. 68.
Einfach-Expansionsmaschine von Thunes mit einer Dynamo von Schuckert und Co.

hat Cylinder von 200 bezw. 300 mm Durchmesser und 200 mm Hub; sie entwickelt die normale Leistung von 55 PS_e mit 350 minutlichen Umdrehungen bei 8 kg/qcm Kesselspannung.

Die Dampfverteilung des Hochdruckcylinders regelt ein Kolbenschieber, der in einer Büchse des Schieberkastengehäuses gleitet und unter Mitwirkung eines Flachreglers derselben Bauart wie vordem gesteuert wird. Der Flachschieber des Niederdruckcylinders wird von einem festen Exzenter der in vier Lagern des Maschinengestelles geführten Kurbelwelle bethätigt.

Die Bauart der übrigen Einzelteile der Maschine ist aus den Abbildungen ersichtlich.

Besonderes Interesse bietet eine von der im Dampfkesselbau hinlänglich bekannten Firma *Delaunay-Belleville und Cie.* in Saint-Denis ausgestellte, schnell laufende, doppeltwirkende Dreifach-Expansionsmaschine stehender Anordnung mit Kondensation von 1250 PS_i, deren äussere Ansicht Fig. 74 wiedergibt.

Die mit einer Dynamo, Bauart *Boucherot*, der Firma *Bréguet* direkt gekuppelte Maschine setzt sich, wie Fig. 75 erkennen lässt, aus zwei Paar in Tandem übereinander gesetzter Cylinder zusammen, die auf einem kräftigen,

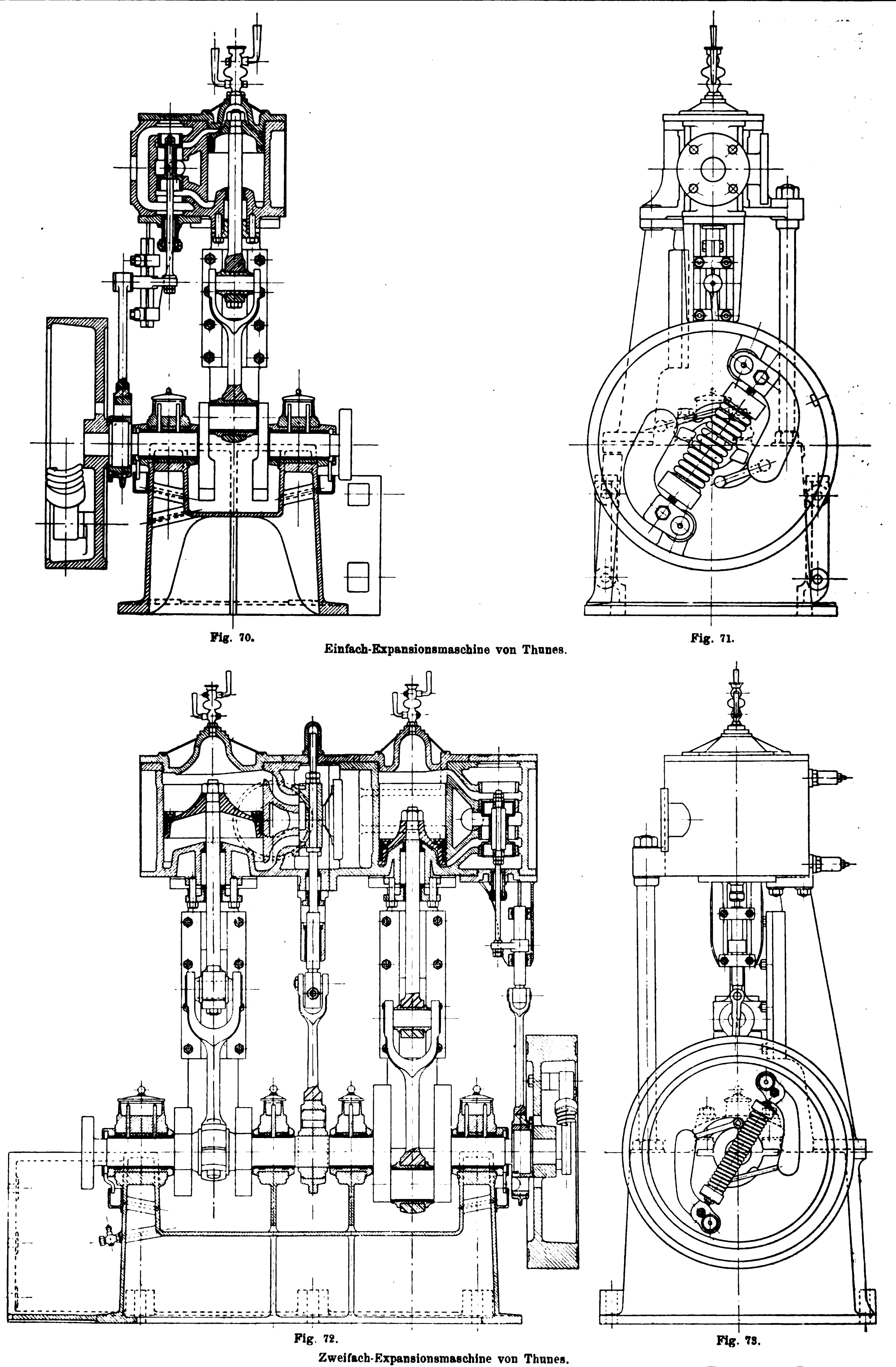


Fig. 70. Fig. 71.

Einfach-Expansionsmaschine von Thunes.

Fig. 72. Fig. 73.

Zweifach-Expansionsmaschine von Thunes.

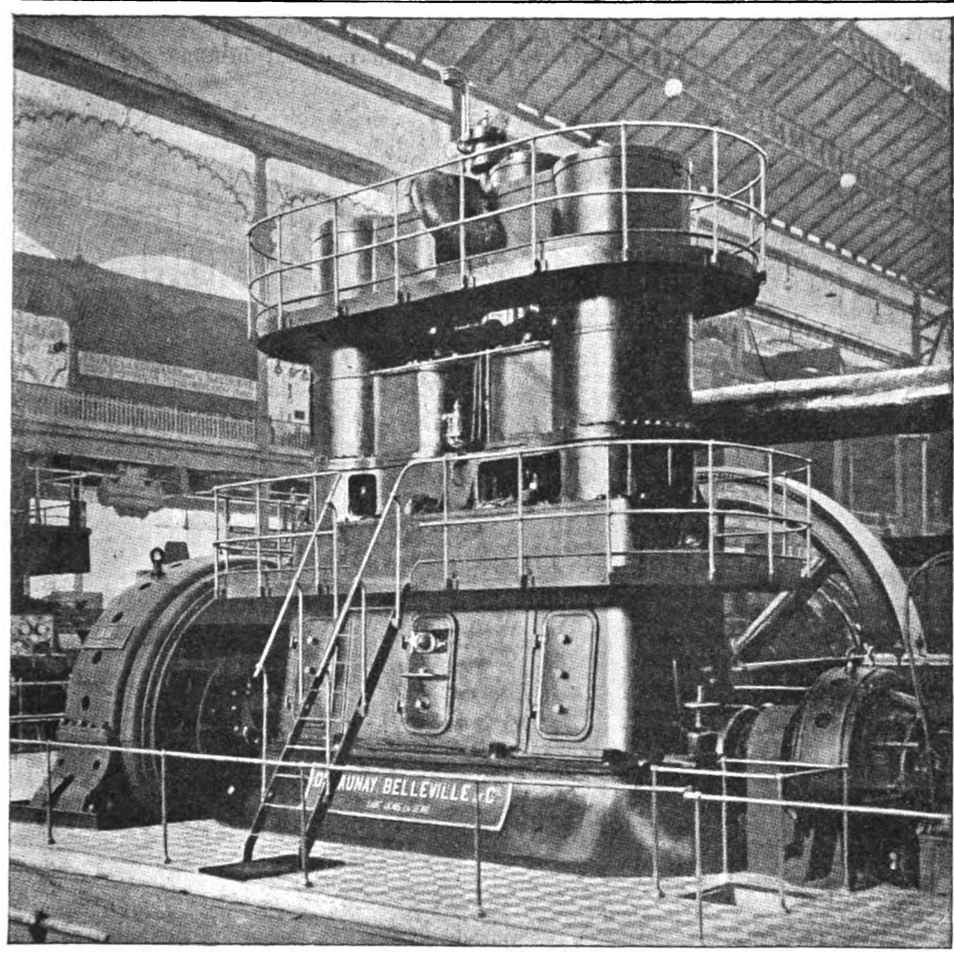


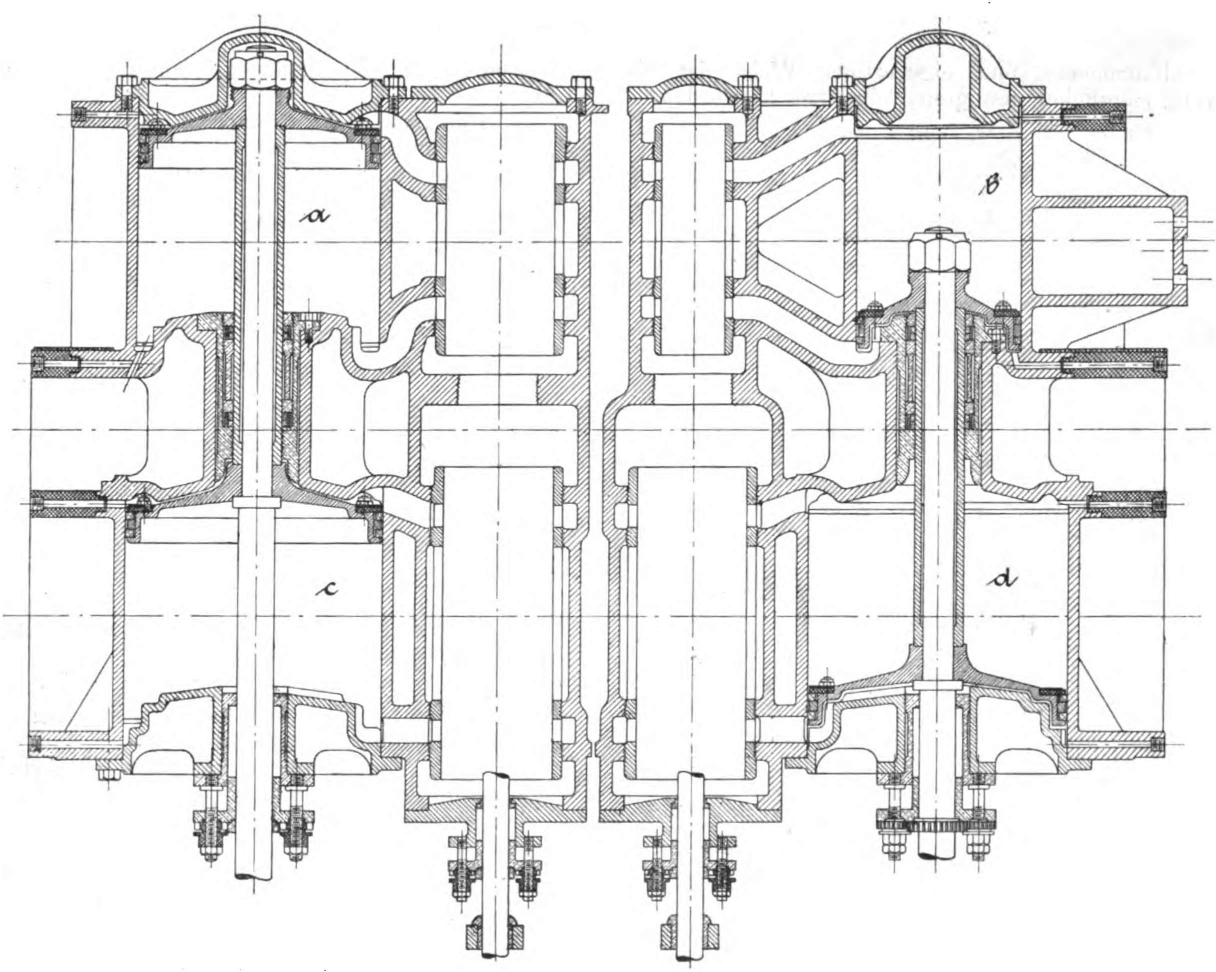
Fig. 74.
Dreifach-Expansionsmaschine von Delaunay-Belleville und Cie.

mittels Deckel geschlossenem Maschinengestell befestigt sind. Die Hauptabmessungen der Maschine sind folgende:

Durchmesser des Hochdruckcylinders . . .	500 mm
Durchmesser des Mitteldruckcylinders . . .	820 „
Durchmesser jedes Niederdruckcylinders . .	800 „
Gemeinsamer Kolbenhub	400 „
Minutliche Umdrehungszahl	250
Durchmesser des Einströmrohres	150 mm
Durchmesser des Ausströmrohres	350 „

Die Kolben jedes Cylinderpaares arbeiten auf zwei um 180° gegenseitig versetzte Zapfen der Kurbelwelle. Bemerkenswert ist die in Fig. 75 ersichtliche, zur Abdichtung und Führung der gemeinsamen Kolbenstange je zweier übereinander liegender Cylinder getroffene Anordnung. Zur Steuerung dienen in eingeschraubten Büchsen der zugehörigen Gehäuse gleitende, einfache Kolbenschieber mit federnden Ringen, die — zu je zwei für jedes Cylinderpaar auf gemeinschaftlicher Stange befestigt — von festen Exzentern der Kurbelwelle bethätigt werden.

Der mittels Kegelräder von der Kurbelwelle aus betriebene Kugelregulator wirkt auf ein im Einströmrohr der Maschine sitzendes, entlastetes Drosselorgan und



a Mitteldruckcylinder. *b* Hochdruckcylinder. *c* und *d* Niederdruckcylinder.
Fig. 75.
Cylinder zur Dreifach-Expansionsmaschine von Delaunay-Belleville und Cie.

beeinflusst damit die Spannung des in den Hochdruckcylinder tretenden Dampfes.

Fig. 76. Fig. 77.

Schmiervorrichtung zur Hauptwelle der Dreifach-Expansionsmaschine von Delaunay-Belleville und Cie.

In vollkommener und eigenartiger Weise ist die Schmierung sämtlicher bewegten Teile erreicht worden.

Fig. 78. Fig. 79. Fig. 80.

Oelpumpe zur Dreifach-Expansionsmaschine von Delaunay-Belleville und Cie.

Hierzu dient eine am unteren Teile des Maschinengestelles befestigte, mittels Kurbelscheibe der Hauptwelle in Schwingungen versetzte Oelpumpe *a* (Fig. 76 und 77), welche das nötige Schmiermaterial beständig einem geschlossenen, mit Sicherheitsventil ausgerüsteten Behälter zuführt.

Die Bauart der Pumpe ist aus Fig. 78 bis 80 zu entnehmen. Von dem Behälter ausgehende Rohrleitungen führen das Schmiermaterial unter Druck den bewegten Teilen der Maschine zu. Diese sind entweder hohl ausgeführt oder mit entsprechenden Bohrungen, die nach dem Füllen mittels Schräubchen geschlossen werden, versehen. Das verbrauchte Oel

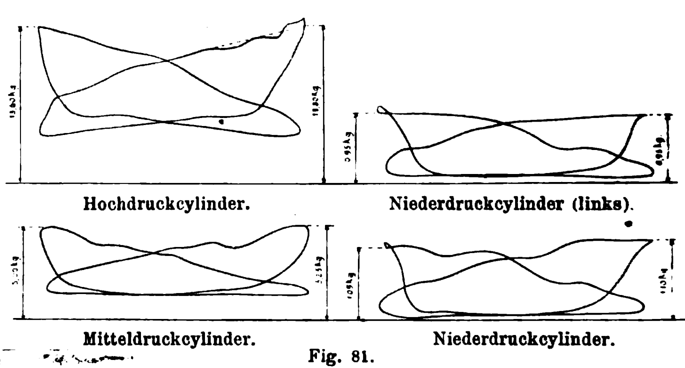


Fig. 81.

fliesst in den mit der Pumpe in Verbindung stehenden Behälter zurück, um von neuem den einzelnen Schmierstellen zugeführt zu werden.

Ueber den Dampfverbrauch und die Arbeitsweise geben am 26. Mai 1898 an einer 300pferdigen, ohne Kondensation arbeitenden Maschine der beschriebenen Bauart angestellte Versuche Aufschluss.

Die Hauptabmessungen dieser Maschine sind folgende:

Durchmesser des Hochdruckcylinders	255 mm
„ „ Mitteldruckcylinders	378 „
„ jedes der beiden Niederdruckcylinder	400 „
Gemeinsamer Kolbenhub	280 „
Minutliche Umdrehungszahl	360



Aus den abgenommenen Diagrammen (Fig. 81) ergeben sich die mittleren indizierten Leistungen der Cylinder zu:

Hochdruckcylinder	96,35 PSi
Mitteldruckcylinder	94,01 „
Niederdruckcylinder (rechts)	31,47 „
„ (links)	28,73 „
Insgesamt	250,56 PSi

Die mittlere effektive Leistung der Maschine wurde zu 228,56 PS_e und der Dampfverbrauch für 1 PS_i/Std. zu 8,08 kg bezw. für 1 PS_e/Std. zu 8,86 kg festgestellt.

Beim Arbeiten mit Kondensation verbrauchte die Maschine an Dampf 7,15 kg für 1 PS_e/Std.

(Fortsetzung folgt.)

Ein neuer Blattfederregulator.

Von **Wilh. Proell.**

In dem verflossenen Jahrzehnt ist der Dampfmaschinenbau wieder einen erfreulichen Schritt in seiner Entwickelung und Vervollkommnung vorwärts gekommen. Teils sind es die immer steigenden Anforderungen, welche die Elektrotechnik stellt, teils ist es die Konkurrenz, die bemüht ist, die Dampfökonomie zu erhöhen, den Dampfverbrauch durch theoretische und konstruktive Verbesserungen an den Maschinen herabzusetzen. Den deutlichsten Beweis dürfte man hierfür in dem Zweiggebiet: dem Regulatorbau finden, denn ein jeder Spezialist in diesem Fach wird bemerkt haben, wie besonders hier die Anforderungen von Jahr zu Jahr gestiegen sind.

Heutzutage, wo die Steuerungen der Dampfmaschinen aufs sorgfältigste ausgearbeitet werden, wo Rückdruck der Steuerung auf den Regler und Oelbremse vermieden wird, ist man endlich dahin gelangt, die Empfindlichkeit der Regulatoren mit Vorteil zu verwenden, und man kann jetzt ohne grosse Schwierigkeiten selbst den hohen Anforderungen, welche die Elektrotechnik an die Feinheit der Regulierung stellt, nachkommen.

Je empfindlicher bekanntlich ein Regulator ist, um so genauer wird er die Steuerung, eine gute vorausgesetzt, den jeweiligen Belastungsschwankungen der Maschine entsprechend einstellen, und um so geringer der Dampfverbrauch, den sonst bei schlechter Regulierung die unnötigen Massenbeschleunigungen verursachen.

Im folgenden wollen wir daher kurz auf die wesentlichsten Grundbedingungen eingehen, die bei der Konstruktion eines möglichst empfindlichen Regulators beachtet werden müssen, und wollen an der Hand eines Beispiels zusehen, wie man diese Prinzipien praktisch verwerten kann.

Es dürfte nun zu weit führen, alle oben erwähnten Grundbedingungen mit allen Einzelheiten anzuführen, weshalb wir hier nur die drei hauptsächlichsten hervorheben wollen:

1. Die Reduzierung der bewegten Massen des Regulators auf ein Minimum.
2. Die Beseitigung des Einflusses der Schwerkraft auf die bewegten Massen.
3. Die grösstmöglichste Vermeidung von Zapfenreibung durch entsprechende Entlastung der Gelenkbolzen.

Als eins der lehrreichsten Beispiele kann uns hier der allbekannte *Proell*'sche Federregulator (Fig. 1) dienen, der seit anderthalb Jahrzehnten in der Mehrzahl der Fälle anderen Systemen gegenüber den Vorrang behauptet haben dürfte und in vielen tausend Exemplaren in der Praxis zu finden ist. Die gesteigerten Anforderungen der Neuzeit an die Empfindlichkeit desselben haben zu einer Modernisierung, nämlich dem „Neuen Proell-Regulator" (Fig. 2) geführt, der die oben angeführten drei Bedingungen vor allem erfüllt. Die Verwendung einer Feder- statt einer Hülsenbelastung hat, wie in früheren Zeitschriften oft genug erwähnt, zur Folge, dass die Masse eines Federregulators 11- bis 12mal so klein wird, als die eines Gewichtsregulators von gleicher Verstellkraft.

Der Kugelausschlag erfolgt wie früher mittels einer sicheren Führung der Schwungmassen in einer zur Spindel vertikalen Ebene, ist mithin unabhängig von der Schwerkraft. Die hauptsächlichste Neuerung besteht nun darin, dass die Gelenkbolzen fast ganz entlastet wurden. Dies ist durch den Wegfall der Winkelhebel L (Fig. 1), welche die starken Drücke der Feder F durch die hochbelasteten Zapfen Z nach dem Gelenk c leiteten, erzielt worden, an deren Stelle jetzt die in Fig. 2 fast horizontal stehenden Zugglieder getreten sind, die ein direktes Spiel zwischen Zentrifugal- und Federkraft vermitteln.

Der Gelenkbolzen bei Z trägt nunmehr nur noch das unbedeutende Eigengewicht der Regulatorkonstruktion. Die bei den *Proell*'schen Regulatoren von jeher benutzte indirekte Kugelaufhängung gibt grosse Energie bei geringstem Gewicht und Volumen und eine absolut zwangläufige sichere Führung der Schwungmassen. Auf letzteren Umstand sei hier noch besonders hingewiesen, da es eine Reihe

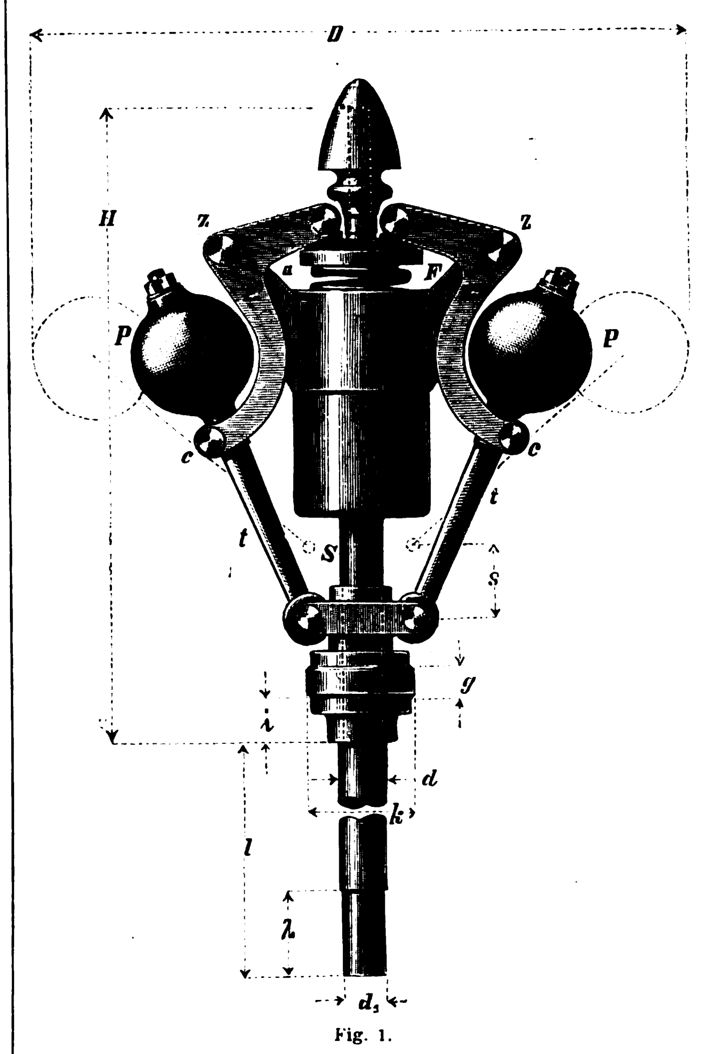


Fig. 1.

von Systemen gibt, bei denen die Schwungmassen völlig frei und ohne jede Führung direkt auf die Federn einwirken, wodurch Klemmungen oder gar störende Schwingungen auftreten müssen.

Der „Neue Proell-Regulator" bietet ferner einen interessanten Fall, wo schneckenförmig gewundene Blattfedern, die bisher im Maschinenbau so gut wie unbekannt mit Vorteil verwendet werden. Eingehende Untersuchungen haben ergeben, dass auch bei dieser Federform, saubere Ausführung vorausgesetzt, Proportionalität zwischen Belastung und Durchbiegung erzielt werden kann. Der gerad-

linig, parallel der Spindel laufende sichtbare Teil der Feder biegt nur sehr wenig durch; zur Wirkung gelangt fast nur der am oberen Drehpunkt der Hängearme befestigte spiralförmig gewundene Teil. Die Beanspruchung des Materials ist bei dieser Federform weitaus günstiger, als bei der sonst üblichen cylindrischen Spiral- oder Wurstfeder, bei welcher ausser Biegung noch Torsion zu berücksichtigen ist. Ein Nachlassen der Federkraft konnte, da die Sache noch zu neu ist, naturgemäss noch nicht konstatiert werden[1]). Es ist dies auch gar nicht zu befürchten, da die Erfahrung gezeigt hat, dass bei den viel ungünstiger beanspruchten Wurstfedern der älteren *Proell*'schen Regulatoren Veränderungen selbst nach einem Jahrzehnt und mehr nicht beobachtet werden konnten. Die Verwendung dieser eigentümlichen Federart hat es mit sich gebracht, für dieselbe eine besondere Spann- und Justiervor-

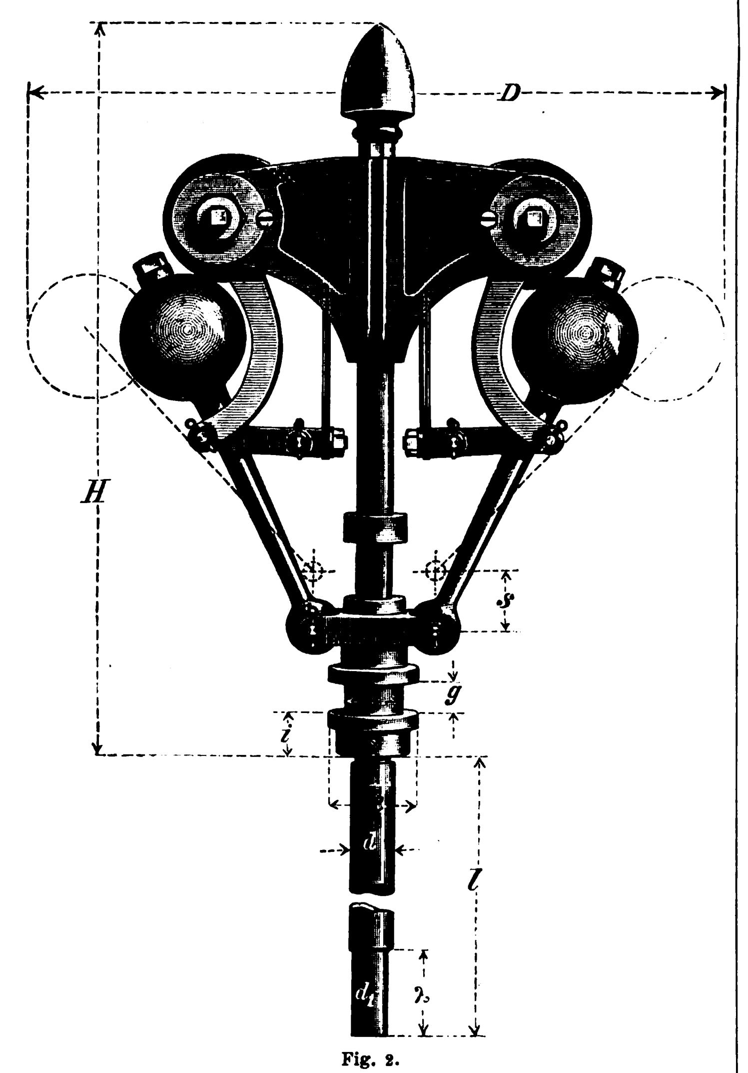


Fig. 2.

richtung, die ebenfalls patentamtlich geschützt wurde, zu ersinnen. Fig. 2 lässt die Ansicht derselben erkennen. Der gleichzeitig als Träger der Hängearme dienende Bolzen ist mit dem inneren Ende der Spiralfeder in starrer Verbindung und trägt aussen ein Vierkant zum Spannen. In geringer Entfernung vor dem Gusseisenkörper sitzt auf dem Bolzen aufgeschraubt eine gegen Drehung durch eine kleine Stiftschraube gesicherte, als runde Scheibe ausgebildete Mutter mit der in der Figur davorsitzenden Gegenmutter. Solange diese beiden Muttern noch nicht festgezogen sind, ist es möglich, der Feder jede gewünschte Spannung zu geben. Ist letzteres geschehen, so wird die starre Verbindung zwischen Bolzen und Gusseisenkörper durch das Verspannen der beiden Muttern herbeigeführt. In der Praxis hat sich diese Vorrichtung als überaus bequem für die Montage erwiesen und gestattet eine Justierung des äusseren Federendes bis auf Bruchteile von Millimetern. Sollte der Fall eintreten, dass die Feder durch das Härten sich etwas verzogen hat, so ist dies ohne Belang, da das untere Ende derselben mit den kleinen Zuggliedern durch ein Universalgelenk in Verbindung steht.

Es bedarf wohl keiner längeren Auseinandersetzung, dass der Regulator, da der Einfluss der Schwerkraft auf die Schwungmassen eliminiert, um jede beliebige Achsenlage im Raume rotieren kann, was ihm die Verwendung z. B. bei Schiffsmaschinen sichert.

Was die eingangs erwähnte Empfindlichkeit anbetrifft, so haben genaue Messungen ergeben, dass das vorliegende System 8- bis 10mal so empfindlich ist, als das frühere, und der durch unvermeidliche Reibungen resultierende Unempfindlichkeitsgrad ε_r nur 0,815 % beträgt, ein Ergebnis, das von anderen Systemen nicht gleich erreicht werden dürfte[2]).

Bevor wir auf die Theorie des „Neuen Proell-Regulators" näher eingehen, wollen wir erst eine kurze Vorbetrachtung anstellen, deren Resultat wir später verwenden.

Wenn man bei der Berechnung des Regulators das theoretische Kugelgewicht allein berücksichtigen wollte, so wird man die Erfahrung machen, dass die danach berechneten Federn zu schwach sein werden. Es ist auch ohne weiteres einleuchtend, dass die Zentrifugalkraft der Konstruktionsteile, wie z. B. Kugelträger, Hängearme, Bolzen u. s. w. mehrere Prozent von derjenigen ausmacht, welche die Kugeln entwickeln. Zur Ermittelung dieses Einflusses, den wir mit e bezeichnen wollen, ist in der Praxis folgender Versuch angestellt worden:

Bei einem Regulator des vorliegenden Systems, dessen Abmessungen, Kugelgewichte, Federdrücke u. s. w. genau bekannt waren, wurde die mittlere Tourenzahl beobachtet. Bezeichnet nun

G das Gewicht beider Kugeln,

x_m die Entfernung des Kugelmittelpunktes von der Spindel bei mittlerem Regulatorausschlag,

C_m die gesamte mittlere, im Kugelmittelpunkt angreifend gedachte Zentrifugalkraft (durch graphische Konstanten aus dem mittleren Federdruck F_m sofort abzuleiten), so ist das Kugelgewicht durch die bekannte Beziehung

$$G_s = \left(\frac{30}{\pi n}\right)^2 \frac{C_m}{x_m} \cdot g \quad \ldots \ldots \quad 1)$$

leicht zu ermitteln. Es ist naturgemäss grösser als G, und ergibt somit diese Differenz in Prozenten von G ausgedrückt, den gesuchten Einfluss e.

Um C_m aus dem uns bekannten Federdruck F_m herzuleiten, bedienen wir uns der Fig. 3 und führen für die späteren Entwickelungen gleich noch folgende Bezeichnungen ein:

G' sei das Gesamtgewicht aller bei einem Ausschlag in Bewegung befindlichen Regulatorteile.

$G'' = G'$ vermindert um das Eigengewicht der vier Hängearme.

C' die von C im Gelenk II erzeugte horizontal gerichtete Zentrifugalkraft (III als Drehpunkt gedacht).

Z_1 bezw. Z_2 Z_3 Zapfendrücke in den Gelenken I, II und III.

𝔓 Momentanpol = augenblicklicher Drehpunkt für die Bewegung der Stange III, II, M.

W nutzbare Verstellkraft an der Hülse.

E Energie des Regulators, d. h. diejenige Kraft, die an der Hülse angreifend gedacht, das Eigengewicht Q' derselben und die Federwirkung ersetzen würde.

R Reibungsbetrag, d. h. diejenige Kraft, die an der Hülse angreifend gedacht, durch einen unendlich kleinen Zuwachs auf $R + \Delta R$ im stande wäre, den bei einer beliebigen aber konstanten Tourenzahl rotierenden Regulator aus seiner augenblicklichen Ausschlagsstellung herauszubringen.

ε_r der durch die Eigenreibung im Mechanismus hervorgerufene Unempfindlichkeitsgrad.

[1]) Es sei hier noch erwähnt, dass diese eigentümlichen Federn sehr sauber und exakt von der *Sächsischen Gussstahlfabrik Döhlen* bei Dresden als Massenartikel hergestellt werden.

[2]) Das *Eisenwerk Lauchhammer*, welches die Massenfabrikation übernommen hat, garantiert bei seiner 30jährigen Spezialität im Regulatorbau für tadellose Ausführung und liefert die Apparate auf Wunsch mit Tourenverstellvorrichtung auch während des Ganges.

ε_w der durch die Erzeugung nützlicher Verstellkraft hervorgerufene Unempfindlichkeitsgrad.

ε der gesamte resultierende $= \varepsilon_r + \varepsilon_w$.

d Bolzendurchmesser der Gelenkverbindungen d_1 mit genügender Annäherung $= d_2 = d_3$. (μ Zapfenreibungskoeffizient.)

a, b, x, h_1, h_2, $\alpha \cong \beta$, γ geometrische Grössen. Wie in der Figur angedeutet, besteht C aus zwei Teilen und zwar aus dem von Q herrührenden $C'_q = Q' tg\,\gamma$ und demjenigen, welcher der Federkraft F das Gleichgewicht hält, so dass:

$$C = C_f + C'_q \text{ ist.} \qquad 2)$$

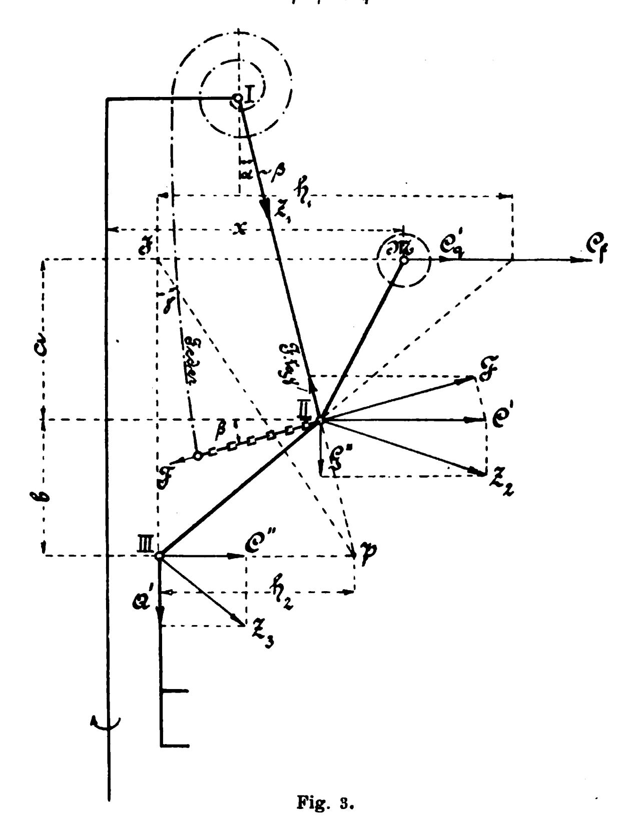


Fig. 3.

Da die Federkraft F während des ganzen Ausschlages nahezu senkrecht zum Hängearm I, II wirkt, mithin unter $\beta \cong \alpha$ zur Horizontalen geneigt ist, so ergibt sich, wenn III als Momentenpunkt genommen:

$$C_f = \frac{F}{\frac{a+b}{b}} \cdot \frac{1}{\cos\beta} \qquad 3)$$

Die der Zeichnung entnommenen geometrischen Grössen ergibt folgende Tabelle:

Stellung	1	Mitte	3
$tg\,\gamma$	0,428	0,650	0,930
$\frac{a+b}{b}$	1,444	1,530	1,570
$\frac{1}{\cos\beta}$	1,000	1,005	1,020
x	0,210	0,255	0,299

Bekannt waren die Grössen: $Q' = 7$ kg, $G = 22{,}6$ kg, $F_m = 272$ kg und $n = 160$ Touren pro Minute.

Nach Gleichung 3) ist dann:

$$C_{fm} = \frac{272 \,.\, 1{,}005}{1{,}53} = 178{,}66 \text{ kg}$$

und nach Gleichung 2):

$$C_m = C_{fm} + C'_{qm} = 178{,}66 + 4{,}55 = 183{,}22 \text{ kg.}$$

Das der Wirklichkeit entsprechende, theoretische Kugelgewicht berechnet sich somit nach Gleichung 1) zu:

$$G_s = \left(\frac{30}{\pi \,.\, 160}\right)^2 \cdot \frac{183{,}22 \,.\, 9{,}81}{0{,}255} = 25{,}1 \text{ kg,}$$

mithin im Vergleich zu G um $e \cong 10\,\%$ grösser.

Wir sehen hieraus, dass der Beitrag, den die Konstruktionsteile des Regulators zur gesamten Zentrifugalkraft liefern, so bedeutend ist, dass er nicht vernachlässigt werden darf.

An dieser Stelle wollen wir noch kurz eine Bemerkung anknüpfen, die sich auf den dynamischen Ausgleich der Gestängemassen bei dem allbekannten *Proell*'schen Federregulator bezieht, gleichzeitig als Beispiel, mit welch ausserordentlicher Feinheit bereits das frühere System durchkonstruiert worden war. Wenn vorhin hervorgehoben war, die Führung der Kugeln in einer Vertikalebene zur Spindel eliminiere den Einfluss der Schwerkraft, so könnte man behaupten, dass dies nur teilweise zutrifft, da zur Aufwärtsbewegung z. B. der Kugelträger beim Ausschlag Arbeit erforderlich ist. Unterzieht man sich aber der kleinen Mühe, an der Hand einer Zeichnung die Kurve des theoretischen Schwerpunktes der gesamten Konstruktion auf graphischem Wege zu ermitteln, so wird man finden, dass dieselbe eine genaue Senkrechte zur Spindel bildet und ein vollkommener dynamischer Massenausgleich stattfindet. Die zum Heben beispielsweise der Kugelträger erforderliche Arbeit wird zum Teil durch Senken der Kugel um wenige Millimeter während des Ausschlages gewonnen.

Ein ähnlicher Massenausgleich liegt naturgemäss auch der Konstruktion des „Neuen Proell-Regulators“ zu Grunde.

An diese Betrachtung schliesst sich noch eine zweite ebenso wichtige, die wenigstens in der Fachlitteratur bis jetzt so gut wie keine Beachtung gefunden hat. In der Praxis kann man sich ohne weiteres davon überzeugen, dass Federn, die unter Berücksichtigung des soeben erörterten Einflusses e berechnet wurden, dennoch nicht die richtigen sind.

Es hängt dies offenbar von dem Umstande ab, dass der geometrische Schwerpunkt der Kugeln, der unseren Betrachtungen zu Grunde liegt, mit dem eigentlichen Schwerpunkte der gesamten Regulatorkonstruktion, mit dem wir rechnen müssten, absolut nicht zusammenfällt. Letzterer liegt natürlich der Spindel bedeutend näher und ändert während des Ausschlags seine relative Lage zum Gestänge, da dieses selbst seine Gestalt dabei ändert.

Da es nun zu unbequem wäre, bei den häufigen Federberechnungen mit dem theoretischen Schwerpunkte der Konstruktion zu operieren, hat die Praxis einen Weg gezeigt, um durch Berücksichtigung eines einzigen, wir nennen ihn „Erfahrungskoeffizienten“, zu richtigen Resultaten zu gelangen.

Bei einem Regulator, dessen Federdrücke, Abmessungen u. s. w. genau bekannt sein müssen, beobachtet man die Tourenzahl der drei Ausschlagsstellungen: 1, Mitte und 3. Ermittelt man nun die diesen Tourenzahlen entsprechenden Zentrifugalkräfte, und setzt diese ins Verhältnis zu denjenigen, die man durch die theoretische Ableitung zuvor erhalten, so ergeben sich für die oberste und unterste Stellung zwei nahezu gleiche Werte für einen Erfahrungskoeffizienten ϱ. Zur Ermittelung desselben wird man daher wie folgt vorgehen.

Bei dem vorigen Versuchsregulator beobachtete man

$$\left.\begin{array}{l} n_1 = 158{,}4 \\ n_m = 160 \\ n_3 = 161 \end{array}\right\} \text{Touren pro Minute.}$$

Diesen Werten entsprächen nach Gleichung 1) die Zentrifugalkräfte:

$$C_1 = 158{,}39 \text{ kg}$$
$$C_m = 183{,}22 \text{ „}$$
$$C_3 = 208{,}10 \text{ „}$$

Geht man nun von der mittleren Zentrifugalkraft C_m aus und berechnet die der obersten und untersten Hülsenstellung entsprechenden theoretischen Zentrifugalkräfte unter Zugrundelegung obigen totalen Ungleichförmigkeitsgrades von $\delta = 2\,\%$, so erhält man:

$$C_1 = \frac{C_m \,.\, x_1}{x_m} \left(\frac{2}{\delta}\right)^2 = \frac{183{,}22 \,.\, 0{,}21 \,.\, 0{,}98}{0{,}255} = 147{,}87 \text{ kg}$$

$$C_3 = \frac{C_m \,.\, x_3}{x_m} \left(\frac{\delta}{2}\right)^2 = \frac{183{,}22 \,.\, 0{,}299 \,.\, 1{,}02}{0{,}255} = 289 \text{ kg.}$$

Beide Werte weichen von den obigen ab und zwar um 7,2 % bezw. 10 %, so dass wir als Mittelwert $\varrho = 1{,}086$ nehmen, welcher für genügende Uebereinstimmung mit der Praxis erfahrungsgemäss Gewähr leistet.

Die Einführung eines derartigen Erfahrungskoeffizienten sowie jener oben abgeleiteten Grösse e (Einfluss der Zentrifugalkräfte der Konstruktionsteile) dürfte die einfachste Methode sein, um praktisch verwertbare Resultate schnell und sicher zu erzielen.

Die letzte und wichtigste Betrachtung wollen wir anstellen zur Ermittelung des Reibungsbetrages R und des daraus resultierenden Unempfindlichkeitsgrades ε_r.

Zu diesem Zwecke ist es erforderlich, zunächst die Zapfendrücke in den drei Gelenken I, II und III zu bestimmen.

Der Zapfen I nimmt ausser dem Eigengewicht G' der ganzen Konstruktion noch eine Komponente von C' auf, so dass man mit genügender Annäherung, da $\alpha \backsim \beta$ sehr klein sind, setzen kann:

$$Z_1 = G' + C' \,.\, \sin \alpha, \text{ oder auch}$$
$$Z_1 = G' + F \,.\, tg\,\alpha.$$

Fig. 3 zeigt ferner, dass Z_2 die Resultierende von C' und dem früher definierten Gewicht G'' sein muss, demnach ist:

$$Z_2 = \sqrt{(C')^2 + (G'')^2}.$$

Der Zapfendruck Z_3 ist ebenfalls eine Resultierende und zwar aus Q' und C'''. Wählt man II als Momentenpunkt, so besteht die Gleichgewichtsbedingung $C \,.\, a = C''' \,.\, b$ oder $C''' = C \frac{a}{b}$, so dass sich ergibt:

$$Z_3 = \sqrt{(Q')^2 + \left(C \frac{a}{b}\right)^2}.$$

Da die Ableitung der Formel für den Reibungskoeffizienten R bereits früher in der Litteratur zur Genüge behandelt worden ist [3]), begnügen wir uns mit der Angabe des Resultates:

$$R = \left[\frac{Z_1 + Z_2}{h_1} + \frac{Z_2 + Z_3}{h_2}\right] \,.\, \mu \,.\, \frac{d}{2}.$$

Als Zahlenbeispiel sei vorgelegt:

$G' = 40$ kg, $F_m = 272$ kg, $a = 99$ mm.
$G'' = 37$ kg, $C_m = 183{,}22$ kg, $b = 187$ mm.
$h_1 = 232$ mm, $h_2 = 186$ mm, $tg\,\alpha = 0{,}087$, $d = 15$ mm.
μ nach früheren Erfahrungen $= 0{,}086$, $W = 10$ kg.

[3]) *Zeitschrift des Vereines deutscher Ingenieure*, Bd. 30 S. 777.

Dann sind die Zapfendrücke:

$$Z_1 = 40 + 23{,}7 = 63{,}7 \text{ kg}.$$
$$Z_2 = \sqrt{78400 + 1369} = \sqrt{79769} = 282{,}5 \text{ kg}.$$
$$Z_3 = \sqrt{49 + 9350} = \sqrt{9399} = 96{,}95 \text{ kg}.$$

Hieraus ergibt sich:

$$R = \left[\frac{346{,}2}{232} + \frac{379{,}45}{186}\right] \,.\, 0{,}086 \,.\, 15 = 2{,}28 \text{ kg}.$$

Aus Fig. 3 sowie aus oben gegebener Definition folgt:

$$E = \frac{C}{tg\,\gamma} = 281 \text{ kg im Mittel}.$$

Da uns nun R und E bekannt sind und der Regulator bei 2 % Tourenänderung eine Verstellkraft von $W = 10$ kg zu leisten im stande sein soll, so folgt für den durch die Reibung im Mechanismus hervorgerufenen Unempfindlichkeitsgrad:

$$\varepsilon_r = \frac{R}{E} = \frac{2{,}28}{281} = 0{,}815\ \%,$$

für den durch W verursachten Unempfindlichkeitsgrad:

$$\varepsilon_w = \frac{W}{E} = \frac{10}{281} = 3{,}57\ \%.$$

Die Addition beider gibt den gesamten Unempfindlichkeitsgrad von:

$$\varepsilon = 4{,}385\ \%.$$

Der überraschend kleine Betrag von ε_r zeigt uns den Vorteil des vorliegenden Systems gegenüber dem früheren und den meisten jetzt noch üblichen Systemen, wo er fast immer mit 2 bis 3 % zu veranschlagen ist. Dies ist einer der wesentlichsten Punkte, den der Dampfmaschinenbauer bei der Regulatorwahl zu beachten hat. Durch einen möglichst billigen und wenig empfindlichen Regulator kann man niemals die zu Anfang dieses Artikels besprochene Feinheit der Regulierung und deren Vorteile erzielen. Ist nun noch gefordert, dass z. B. der obige Wert des totalen Ungleichförmigkeitsgrades $\varepsilon = 4{,}38$ % nicht überschritten werden darf, so bleibt nichts anderes übrig, da ε_r oft 2 % hiervon bereits ausmacht, als einen kräftigeren, mithin teureren Regulator, der mit grösserer Energie versehen, zu nehmen, welcher die gleiche Verstellkraft bei entsprechend kleinerem ε_w entwickelt.

Ein Rückblick auf die Entwickelung der Starkstromelektrotechnik innerhalb der letzten drei Jahre.

(Schluss von S. 709 d. Bd.)

Das Bedürfnis, nicht nur alle in elektrischen Anlagen auftretenden Erscheinungen kontrollieren und alle Werte ziffermässig feststellen zu können, sondern auch die Notwendigkeit, die Eigenschaften der zur Verwendung kommenden Materialien genau untersuchen zu können, haben zu einer hohen Entwickelung der Messtechnik und damit auch zur Vervollkommnung der Messinstrumente und Anpassung an die verschiedenartigen Verhältnisse geführt und dürfte auf keinem Spezialgebiete der Elektrotechnik mit einziger Ausnahme der Elektrochemie die Zahl der Neuerungen so gross sein, wie speziell bei den Messinstrumenten. Grundlegende Aenderungen sind, weil die massgebenden Gesetze bekannt, wohl nicht zu verzeichnen, hingegen weisen die geschaffenen Instrumente eine Reihe wesentlicher Verbesserungen auf, wodurch auch den Bedürfnissen der Praxis und der Laboratorien bestens entsprochen wird. Hand in Hand mit der Verbesserung dieser Instrumente ging auch die Entwickelung der verschiedenen Messmethoden, deren Hauptaugenmerk dahin gerichtet ist, die Durchführung der Messarbeiten unter Wahrung der Sicherheit so einfach als möglich zu gestalten. Bei dem grossen Umfange des vorliegenden Materials und der Verschiedenheit der mit den einzelnen Instrumenten erstrebten Zwecke, muss sich, da hier ohne umfangreichere Erläuterung selbst für fachlich Gebildete, sofern dieselben mit dem Gegenstande nicht ohnedies vertraut sind, ein Verständnis nicht zu erreichen ist, auf die Anführung der wichtigsten Instrumente beschränkt werden.

Unter den zur Messung der magnetischen Eigenschaften des Eisens dienenden Apparaten sind hervorzuheben ein neuer Apparat von Prof. *Ewing*, des gleichen Konstrukteurs magnetische Wage für den Gebrauch in der Werkstatt, die Hysteresismesser von *J. L. Gill*, sowie von *Blondel-Carpentier*, der Magnetisierungsapparat von *Siemens und Halske*, und endlich der Apparat von *Hartmann und Braun* zur Messung elektrischer Felder.

Von Präzisionsinstrumenten sind zu erwähnen: das hochempfindliche Quadrantenelektrometer von *F. Dolezalek*, *Helmholtz'* absolutes Elektrodynamometer, das neue Universalgalvanometer von *Siemens und Halske*, die Flachspuleninstrumente der Firma *Hartmann und Braun* und die Präzisionsinstrumente von *Gaus und Goldschmidt*.

Von den für die Praxis bestimmten Instrumenten sind als erwähnenswert zu bezeichnen, das elektrostatische Niederspannungsvoltmeter von *Ayrton und Mather*, das Wagegalvanometer von Dr. *F. Müller*, das kombinierte Hitzdraht-Ampère-Volt- und Wattmeter von *M. B. Field*, das neue Wattmeter der Firma *Siemens und Halske*, sowie die Wechselstrom-Messinstrumente der *Allgemeinen Elektrizitätsgesellschaft* in Berlin.

Neuerungen an Elektrizitätszählern weisen der vervollkommnete Uhrenzähler von Prof. Dr. *H. Aron*, der Elektrizitätszähler für Akkumulatorenbetrieb des gleichen Konstrukteurs, die Zähler der *Elektrizitäts-A.-G. vorm. Schuckert und Co. Nürnberg*, die Präzisions-Elektrizitätszähler von *Siemens und Halske*, der Elektrizitätszähler von *O. Kennan*, und die Zähler der Firma *Hartmann und Braun* auf.

Von sonstigen Spezialzwecken dienenden Instrumenten sind anzuführen: der Isolationsmesser von *Siemens und Halske*, die Brücke zur direkten Ablesung der Lage von Isolationsfehlern in Licht- und Kraftanlagen nach *Murray*, der Isolationsmessapparat der Firma *Hartmann und Braun*, der Isolationsmesser für Wechselstrom-Betriebsspannung der *Allgemeinen Elektrizitätsgesellschaft*, der Indikator für magnetische Drehfelder und für Wechselstromspannungen von *H. Ebert* und *W. H. Hofmann*, der direkt zeigende Phasenmesser der Firma *Hartmann und Braun*, das Instrument zur Ermittelung der Wechselzahl von Wechselstromgeneratoren von *E. Stöckhard*, und der Schlüpfungszähler der Firma *Siemens und Halske*.

Von den zahlreichen Messmethoden, wie solche angegeben und vorgeschlagen wurden, seien wegen ihrer enormen Wichtigkeit für den praktischen Betrieb das Isolationskontrollsystem zur Anzeige von Stromentweichungen und das System zur Kontrolle der vagabundierenden Ströme elektrischer Bahnen, beide von Dr. *M. Kallmann*, welche in einer fortwährenden Kontrolle des Leitungsnetzes gipfeln, besonders hervorgehoben.

Ueber die Entwickelung der elektrischen Beleuchtung innerhalb der letzten 3 Jahre gibt wohl die Statistik über die in Deutschland im Betriebe befindlichen elektrischen Zentralen und deren Anwachsen im Laufe der Jahre den besten Aufschluss. Nach dem Stande vom 1. März 1897 waren insgesamt 264 Elektrizitätswerke mit einer Gesamtleistung der Maschinen von 67,340,1 Kilo-Watt im Betriebe. Die Statistik nach dem Stande vom 1. März 1899 ergibt eine Anzahl von 488 Zentralen mit einer Maschinenleistung von 145,533,55 Kilo-Watt. Es hat sich sonach die Anzahl der Elektrizitätswerke innerhalb 2 Jahren um 84,8 und die Gesamtleistung der Maschinen sogar um mehr als 116 % erhöht.

Von diesen Werken wird die grosse Mehrzahl mit Gleichstrom in Verbindung mit Akkumulatoren betrieben und zwar von der Gesamtzahl 361 Werke oder ∾ 74 %. Die Wechselstrombetriebe sind minimal und betragen ebenso wie die Drehstrombetriebe nur 7 % der Gesamtsumme. Der Zuwachs an Wechselstromzentralen beträgt nur 27 %, während der der Drehstromzentralen mehr als 50 % beträgt. Das Ueberwiegen der Gleichstromzentralen mit Akkumulatorenbetrieb lässt sich auf verschiedene Ursachen zurückführen, namentlich aber darauf, dass durch die Verwendung von Akkumulatoren eine Reserve für die Zeit des geringen Strombedarfes geschaffen ist, und man daher im allgemeinen mit kleineren Maschinenaggregaten das Auslangen findet und eine bessere Ausnutzung der Maschinen, weil man dieselben stets voll belastet laufen lassen kann, erhält, wodurch sich auch die Betriebskosten verringern. Vielfach dürfte auch der Umstand massgebend gewesen sein, dass diese Zentralen auch den Strom für die elektrischen Bahnen liefern, und man aus diesem Grunde, wiewohl die Spannung für den Bahnbetrieb eine viel grössere als für den Beleuchtungs- und Motorenbetrieb ist, nicht gerne zu einem gemischten Betriebe gegriffen hat. Die geringe Zahl der Wechselstromzentralen liegt wohl in dem heute nicht mehr ganz berechtigten Misstrauen gegen die Wechselstrommotoren, woraus sich auch die relativ stärkere Vermehrung der Drehstromzentralen erklären lässt.

Durch das von England ausgegangene und mit Erfolg gekrönte Bestreben, die bisher allgemein gebräuchlich gewesene Betriebsspannung für die Beleuchtungskörper von 110 auf 220 Volt zu erhöhen, wird nunmehr, da es der Glühlampenfabrikation gelungen ist, den 110 Voltlampen gleichwertige 220 Voltlampen zu erzeugen, der weiteren Ausbreitung von Gleichstromzentralen ein weiteres Feld eröffnet, indem man bei der gleichen Dimensionierung des Leitungsnetzes ein doppelt so grosses Gebiet als bisher mit Strom versorgen kann. Nichtsdestoweniger findet der Wechsel- und Drehstrom dort ein reiches Feld der Bethätigung, wo eine Fernübertragung der elektrischen Energie stattfinden soll, indem durch die Möglichkeit der Anwendung sehr hoher Spannungen für die Fernleitung und deren Umwandlung in die normale Betriebsspannung, die Versorgung zahlreicher zerstreuter Ortschaften mit Licht und Kraft von einer Zentralstelle aus intensiver als bisher in Angriff genommen werden dürfte. Der Verbreitung derartiger Anlagen steht, nachdem der praktische Nachweis, dass mit Spannungen bis zu 40000 Volt in den Fernleitungen noch mit Sicherheit gearbeitet werden kann, nur die Unsicherheit der Rechtsverhältnisse und der Mangel eines Expropriationsgesetzes für derartige, doch dem Allgemeinwohl dienende Anlagen als Hindernis entgegen.

Das Nutzverhältnis zwischen der für die Erzeugung der Elektrizität und deren Verwertung aufgewendeten Wärmeenergie und dem erzielten Effekte ist bisher noch ein äusserst ungünstiges, indem für das Bogenlicht kaum 2 %, für die Glühlichtbeleuchtung aber nur ein Bruchteil von 1 % für den eigentlichen Zweck nutzbar gemacht werden können. Allerdings entfällt hierbei trotz der hohen Entwickelung der Dampfmaschine der grösste Teil der Verluste auf die Umwandlung der Wärmeenergie in mechanische Arbeit, während die reine elektrische Umsetzung und Fernleitung relativ nur geringe Verluste bedingt, aber von der in die Beleuchtungskörper eingeführten elektrischen Energie geht wieder der grösste Teil durch weitere Umsetzung in Wärme verloren, so dass hieraus als Endergebnis das erwähnte ungünstige Nutzverhältnis resultiert. Das Bestreben in dieser Beziehung, bessere Ergebnisse zu erreichen, ist daher ein leicht begreifliches. Bei den Bogenlichtlampen konnte bisher nur ein ruhiges brauchbares Licht erzielt werden, wenn man den Lampen einen Beruhigungswiderstand vorschaltete, und hierdurch bei zwei in Serie geschalteten Gleichstrombogenlampen, welche insgesamt 80 bis 84 Volt erfordern, eine Spannung zu 110 Volt anwandte, so dass 25 bis 30 % der Netzspannung abgedrosselt oder 25 bis 30 % der aufgewandten Energie nutzlos in Wärme umgewandelt wurden. Durch das Auftauchen der Bogenlampen mit eingeschlossenem Lichtbogen, bei welchen die an den Lichtkohlen erforderliche Spannung ungefähr doppelt so gross erfordert wird, wie bei den Lampen mit offenem Lichtbogen, ist man der Lösung der Frage, einer besseren Ausnutzung der eingelieferten elektrischen Energie etwas näher gerückt, indem bei diesen Lampen der Vorschaltwiderstand zwar nicht entbehrt, aber dennoch bedeutend herabgemindert werden kann. Da sich bei diesen Lampen auch durch eine günstigere Lichtverteilung ein besserer Nutzeffekt ergibt, und ausserdem die Menge der bei gleicher Leistung verbrannten Lichtkohle im Verhältnisse zu den Lampen mit offenem Lichtbogen eine ungleich geringere ist, weshalb diese Art von Lampen nicht mit Unrecht Dauerbrandlampen benannt werden, haben dieselben auch in kurzer Zeit grosse Verbreitung gefunden. Die Idee, den Lichtbogen der Bogenlampen nahezu luftdicht gegen aussen abzuschliessen, datiert schon aus einer Zeit, wo die Dynamomaschine noch gänzlich unbekannt war, indem *Slaite* bereits im Jahre 1846 ein Patent darauf nahm, die Zufuhr an Sauerstoff zu den Kohlen zu unterdrücken, was er durch Einstellung der Elektroden in ein engräumiges Glasgefäss zu erreichen suchte. Er hat somit bereits die Grundidee, auf welcher die heutigen Lampen dieser Art basieren, gefunden. Trotzdem von vielen Seiten diese Idee wieder aufgenommen wurde, gelang es doch erst *Jandus* in den Jahren 1893 und 1894 eine wirklich brauchbare derartige Lampe zu schaffen, welche demnach in Amerika rasch Eingang fand und sich auch allmählich in Europa, namentlich England, einzubürgern begann. Die äusserst einfache Konstruktion, die sichere Funktion, sowie die günstige, gleichmässige Lichtverteilung, welche einzig und allein in Betracht kommt, sowie die grosse Kohlenersparnis — eine derartige Lampe brennt 80 bis 100 Stunden mit denselben Kohlen, wie solche im offenen Lichtbogen in 8 bis 10 Stunden verbrannt werden —, haben nebst den geringeren Bedienungskosten und der Möglichkeit, dieselbe direkt mit einem Vorschaltewiderstand an die normale Leitungsspannung anschalten zu können, ihre dermalige grosse Verbreitung gesichert. Aehnliche Konstruktionen

von Lampen hat die Bogenlampenfabrik von *K. Weinert* mit ihrer auch für Wechselstrom einrichtbaren Sonja-Dauerbrandlampe und die *Allgemeine Elektrizitätsgesellschaft* in Berlin geschaffen. Die Firma *Křižik* in Prag verwendet in neuerer Zeit bei der von derselben seit langem fabrizierten Differentiallampentype Glaskugeln, welche sich enge an den Gehäuserahmen anschmiegen, so dass der Luftzutritt zum Lichtbogen möglichst hintangehalten wird, und sollen mit diesen Lampen bei sonst gleichbleibender bekannter Brenngüte nunmehr etwa 50 % an Lampenkohlen erspart bezw. die Brenndauer auf das Doppelte erhöht werden.

Eine andere Methode, an dem Stromverbrauche durch Verminderung der Verluste in den Beruhigungswiderständen Ersparnis zu erzielen, besteht darin, statt zwei an die Netzspannung von 110 Volt in Serien angeschaltete Bogenlampen von 40 bis 42 Volt, deren drei von 30 bis 35 Volt Spannung in Serie zu schalten und so nur 5 bis 18 % der Spannung in den Vorschaltwiderständen zu vernichten. Die Schwierigkeiten, welche sich der Konstruktion solcher geringvoltiger Bogenlampen entgegensetzten, sind nunmehr überwunden und ist es der *Allgemeinen Elektrizitätsgesellschaft* gelungen, eine allen Anforderungen entsprechende Differentiallampe zu bauen, welche, zu dreien geschaltet, bei 110voltigem Gleichstrom nicht nur sehr gleichmässig und ruhig brennt, sondern auch bei gleichem Strombedarf gegenüber der Zweilampenschaltung eine Lichtausbeute im Verhältnisse von etwa 3 : 4 ergibt. Diese Lampen haben sich bereits in der Praxis eingebürgert und werden namentlich für die Schaufensterbeleuchtung mit Vorliebe verwendet.

Für Wechselströme hat sich zum Zwecke der Dreierschaltung der Lampen die nach der *Hegner*'schen Konstruktion gebaute Voltalampe bestens bewährt. Bei beiden Lampen wird ein Ueberschreiten der Gesamtspannung durch selbstthätiges Einregulieren hintangehalten.

In Bezug auf Lampenkonstruktionen sind, wiewohl auch hier viele technische Neuerungen vorliegen, welche infolge Erkenntnis der bestehenden Mängel geschaffen wurden, prinzipielle Aenderungen kaum zu konstatieren und wäre demnach nur die Wechselstrombogenlampe der *Allgemeinen Elektrizitätsgesellschaft*, welche auf Einregulierung der Kohlen durch Elektromotoren beruht und der neuen Bogenlampe der Firma *Siemens und Halske A.-G.* mit festem Brennpunkt und schwingendem Laufwerkrahmen, die beide eine grosse Empfindlichkeit der Regelung aufweisen, zu erwähnen.

Auf dem Gebiete der Glühlampenbeleuchtung sind nur insofern Fortschritte zu verzeichnen, als es nunmehr gelungen ist, hinreichend widerstandsfähige Glühlampen für höhere Spannungen (225 Volt) zu erzeugen. Der grosse Wert dieser Neuerung ist schon einleitend hervorgehoben worden. Das Bestreben der Lampenfabrikanten ist nun dahin gerichtet, den Lampen eine einheitliche Fassung zu geben und so den Gebrauch jeder Lampengattung an jedem Objekte zu ermöglichen.

Bezüglich der Nernst-Lampe, auf welche so grosse Hoffnungen gesetzt wurden, ist und bleibt es noch wünschenswert, sich vorläufig etwas skeptisch zu verhalten, da mit derselben, wenn auch die Reklametrommel für dieselbe eifrig gerührt wird, bisher noch nicht an die Oeffentlichkeit getreten wurde. Bewahrheiten sich die Angaben, dass diese Lampe einen Energieverbrauch von nur 1,75 bis 2,5 Watt pro Normalkerze aufweist, so würde dies bei den unleugbar guten Lichtqualitäten dieser Lampe, jedenfalls einen grossen Fortschritt in der Beleuchtung bedeuten. Als ein Nachteil dieser Lampe ist das unbedingt notwendige Vorwärmen des Leuchtkörpers zu bezeichnen, durch welche diese Beleuchtungsart sich für die allgemeine Anwendung nicht recht eignet, indem der Vorteil des elektrischen Glühlichtes, sofort und jederzeit Licht zu erhalten, verloren geht. Werden auch selbstthätig wirkende Vorwärmevorrichtungen angewendet, so gebraucht es immerhin einige Zeit, bis der Glühkörper hinreichend vorgewärmt ist, um Licht ausstrahlen zu können.

Ausserdem sind diese Vorwärmevorrichtungen, für welche fast ausschliesslich dünne Platindrähte zur Anwendung kommen sollen, in ihren Anschaffungskosten so teuer, dass dermalen eine Verdrängung der evakuierten Kohlenglühlampe kaum in Aussicht genommen werden kann. Die Vorzüge, welche diese Lampe in Bezug auf Lichtqualität entwickeln, sowie die Thatsache, dass die Lampen Lichtstärken bis zu 300 Kerzen und darüber abgeben können, würden derselben jedoch für viele Sonderzwecke eine reichliche Anwendung sichern.

Die Bemühungen *Tesla*'s und *Mac Farlan*'s, durch Ströme enormer Spannung und äusserst hoher Periodenzahl Elektrizität direkt in Licht umzusetzen, haben auch in den letzten drei Jahren zu keinem greifbaren praktischen Ergebnisse geführt.

Für die Entwickelung der elektrischen Kraftübertragung innerhalb der letzten drei Jahre gibt die Statistik der Elektrizitätswerke Deutschlands ebenfalls die beste Auskunft. Die Anzahl der an die Elektrizitätswerke für motorische Zwecke angeschlossenen Pferdekräfte betrug nach dem Stande vom 1. März 1897 21809, hingegen nach dem Stande vom 1. März 1899 68628, so dass sich hier innerhalb zweier Jahre ein Zuwachs von 46819 PS ergibt, was einer Vermehrung um mehr als 200 % entspricht. Dabei liegen die Verhältnisse in Deutschland insoferne ungünstig, als dasselbe relativ arm an verwertbaren Wasserkräften ist, sich somit daselbst ein keineswegs günstiges Feld für die Entwickelung der elektrischen Kraftübertragung bietet. Diese Ziffern sind dafür aber um so lehrreicher, als sie die Ueberlegenheit der Kraftübertragung gegenüber allen anderen Kraftübertragungsmethoden erweisen, da sich unter den sonst ungünstigen Verhältnissen, trotz des rapiden wirtschaftlichen Aufschwunges, eine derartige Zunahme nicht erklären liesse. Dass in anderen Ländern, welche von der Natur mit Wasserkräften reich gesegnet sind, also in Nordamerika, der Schweiz und Italien, von dieser Begünstigung in ausgedehntem Massstabe Nutzen gezogen wurde, ist selbstredend.

Für Kraftübertragungszwecke gelangt wegen der günstigen Eigenschaften der Drehstrommotoren, zumeist hoch gespannter Dreiphasenstrom zur Verwertung, und ist man bestrebt, um an Leitungsmaterial für die Uebertragung möglichst zu sparen, mit den Spannungen so hoch als möglich hinauf zu gehen. Es hat sich indes erwiesen, dass trotz der Entwickelung des Leitungsbaues, welche eine sehr gute Isolierung der Leitungen zulässt, die Höhe der Spannung eine gewisse Grenze nicht überschreiten darf und dass eine gute Ausnutzung nur dort möglich ist, wo das Leitungsnetz stets voll belastet wird, weil sonst die durch die Selbstinduktion in den Leitungen auftretenden Verluste zu grosse werden. Dies kommt allerdings mehr für mit Dampf betriebene Anlagen in Betracht, da hier die bestmöglichste Ausnutzung des Brennmaterials ins Auge gefasst werden muss, während bei hydraulischen Anlagen, welche zumeist über Kraftüberschuss verfügen, bei welchen sohin die Verluste weniger in Berücksichtigung gezogen werden müssen, das Augenmerk mehr auf die Ersparnisse in den Leitungsanlagen gelegt wird, also höhere Spannungen unter Gestattung grösserer Verluste mit Vorliebe zur Verwendung gelangen.

In neuerer Zeit macht sich aber auch das Bestreben geltend, für Gleichstromanlagen den Vorteil höherer Spannungen auszunutzen. Hier waren die Bestrebungen *Thuri*'s erfolgreich, welcher ein System zur elektrischen Kraftübertragung mit hochgespannten Gleichströmen unter Anwendung des bekannten Prinzips der Serienschaltung der Generatoren ausgearbeitet hat. Bei diesem System wird mit konstanter Stromstärke gearbeitet, es muss sich demnach die Spannung entsprechend der jeweilig zu leistenden Arbeit proportional ändern, was durch automatische Zu- und Abschaltung der Generatoren bezw. Einschaltung von Widerständen erreicht wird. Um Spannungen von 10000 Volt zu erreichen, werden, da die Gleichstromgeneratoren nur schwer über 2400 Volt gebaut werden können, vier bis fünf solcher Generatoren in Serie geschaltet. Für noch höhere Spannungen muss die Zahl der in Serie zu schaltenden Maschinen selbstverständlich erhöht werden. Eine Reihe nach diesem System ausgeführter Kraftübertragungsanlagen, wie bei der *Popp*'schen Luftdruckgesellschaft in Paris (1200 PS mit 3600 Volt), im Val de Travers (1000 PS mit 10400 Volt auf 34 km), in Chaux de Fonds und Locle (3200 PS mit 14400 Volt auf 48 km) u. s. w. erweisen die Lebensfähig-

keit dieses Betriebes und soll die in Ausführung begriffene Anlage in Steinamanger (Ungarn), bei welcher 1200 PS mit 12000 Volt auf 68 km verteilt werden, auch nach diesem System zur Ausführung gelangen.

Inwiefern die elektrische Kraftübertragung fördernd auf die Ausnutzung bisher brach gelegener Wasserkräfte eingewirkt hat, beweist die grosse Zahl der in den letzten Jahren zur Ausführung gebrachten Anlagen. Abgesehen von der so vielseitig besprochenen Kraftübertragungsanlage an den Niagarafällen, bei welchen die ursprünglich ins Auge gefasste Anlage zur Lieferung von elektrischem Strom mit 25000 PS bereits nicht mehr ausreicht, so dass die Erweiterung derselben um weitere 25000 PS bereits in Angriff genommen wurde, seien von den vielen grossartigen Anlagen nur als besonders bemerkenswert die nachfolgenden hervorgehoben: Die Kraftübertragungsanlage in Fresno in Kalifornien. Diese Anlage ist in zweifacher Hinsicht bemerkenswert, erstens durch die Schwierigkeit der Bauausführung, indem die ganze Wasserzuleitung durch wildes zerklüftetes Gebirge geführt werden musste und zweitens durch das hohe Gefälle, welches 427 m beträgt. Dieser sonst sehr günstig gelegene Ort konnte sich wegen Mangel an Kohle bisher nicht entsprechend entwickeln, welcher Nachteil nun durch diese Anlage beseitigt erscheint, um so mehr, als dieselbe auf 7000 PS erweitert werden kann. Die Entfernung, auf welche der zur Erzeugung gelangende Drehstrom von 11200 Volt übertragen wird, beträgt 58 km. Wegen der hohen Spannung, die angewendet wird, ist die Kraftübertragung zu Telluride (Amerika) beachtenswert. Hier ist es nach langen eingehenden und sehr sorgfältig durchgeführten Versuchen und Studien gelungen, einen Dauerbetrieb mit 40000 Volt Spannung aufrecht zu erhalten. Eine weitere amerikanische Anlage von Bedeutung bildet die Anlage zur elektrischen Arbeitsübertragung von den Snoqualmie Falls nach Seattle und Tacoma mit 14000 PS und 29000 Volt Spannung, bei welcher zum erstenmal Aluminium als ausschliessliches Leitungsmaterial verwendet wurde.

Unter den elektrischen, auf Ausnutzung der Wasserkräfte basierenden Kraftübertragungsanlagen Deutschlands gewinnt die Anlage bei Rheinfelden, bei welcher dermalen 22000 PS zur Ausnutzung gelangen, immer grössere Bedeutung und sind infolgedessen dortselbst eine Reihe von Industrien entstanden, die wieder zum Aufbau einer Stadt führten.

Von den grossen Wasserfällen Schwedens und Norwegens werden nunmehr bereits die Trollhättan-Wasserfälle, der Fall bei Sarpsfossen und die Wasserfälle des Glommenflusses für Kraftübertragungszwecke verwertet und sollen denselben 75000, 14000 und 56000 PS entnommen werden. Bemerkenswert sind ferner die, die Wasserkräfte der Adda bei Paduna in Italien und der Etsch bei Meran in Tirol ausnutzenden Anlagen, sowie die allerdings nur kleine Anlage (1800 PS) Les Clees-Iverdon, welche 20 Städte und Dörfer im Umkreise mit Licht und Kraft versorgt.

Von grossartigen Dampfzentralen ist wohl die der *Metropolitan Strassenbahn Co.* in New York mit 70000 PS die hervorragendste. Einen Beweis, wie vorteilhaft sich die Zentralisierung der Dampfanlagen und Verteilung der Kraft von einer solchen Zentralstelle gestaltet, bildet die Anlage der *Rand-Central-Electric Works* bei Johannesburg-Witwatersrand von 4800 PS, durch welchen die zahlreichen für den Minenbetrieb im Gebrauch gestandenen kleinen Dampfanlagen beseitigt wurden.

Durch die Art und Weise des Betriebes, welcher sich den, durch die örtliche Lage gegebenen besonderen Verhältnissen anpasst, sind die Schöpfwerksanlagen im Memel-Delta, die Wasserförderungsanlage in Bukarest, der Betrieb der Motoren mit einphasigem Wechselstrom im Kölner Hafen, sowie die Gleichstrom-Drehstromspeicheranlage in Hamburg bemerkenswert. Bei der letzteren Anlage erzeugt der Generator normal Drehstrom, mittels welchem die Motoren angetrieben und ein Drehstrom-Gleichstromumformer in Thätigkeit gesetzt wird. Der von der Gleichstrommaschine gelieferte Strom ladet eine Akkumulatorenbatterie. Zur Zeit des schwächeren Betriebes, während welcher der Drehstromgenerator ausser Gang gesetzt wird, treibt die Akkumulatorenbatterie den Gleichstromgenerator als Motor und dieser wieder den mit ihm gekuppelten Drehstrommotor, welcher nunmehr als Generator wirkt und die verteilten Drehstrommotoren mit Strom versorgt.

Die Verwertbarkeit des Elektromotors für den Antrieb von Arbeitsmaschinen erweist sich schon daraus, dass er sich in den verschiedensten Betrieben bereits vollkommen eingebürgert hat. In Maschinenfabriken, Spinnereien, Buchdruckereien, Zuckerfabriken, Hutfabriken, sowie in den verschiedenartigsten sonstigen Betrieben findet er zahlreiche Anwendung. Im Bergwerksbetriebe gelangt er nicht nur für die Wasserhaltung, sondern auch für den Antrieb der verschiedensten Gesteinsbohrmaschinen um so mehr in ausgiebige Verwendung, als er wenig Raum einnimmt, ökonomisch arbeitet, sich selbst in schlagwetterreichen Kohlenrevieren als durchaus ungefährlich erweist, und die Stromzuleitung zu demselben in einfacher bequemer Weise möglich ist.

Auch auf Dampfschiffen, namentlich auf Kriegsschiffen, beginnt man nun der Anwendung des elektrischen Kraftbetriebes erhöhte Aufmerksamkeit zu widmen. Abgesehen von elektrischen Kommando- und Steuerapparaten finden sich noch viele Anwendungsgebiete für den Elektromotor, welcher berufen ist, die bisher im Betriebe befindlichen Auxiliardampfmaschinen zu ersetzen. Anregung hierzu gaben die Versuche des *W. W. White* an Bord des Kriegsdampfers *Minneapolis* der nordamerikanischen Marine, welcher nachwies, dass diese Hilfsdampfmaschinen 54 kg Dampf pro Pferdestärke und Stunde verbrauchen. *Alton D. Adams* weist nun nach, dass für den Antrieb von Elektromotoren bei einem Wirkungsgrade von 64% an der Motorwelle nur 17,7 kg Dampf für die gleiche Leistung benötigt werden. Da sich nun die Gewichte der Elektromotoren gegenüber den Dampfmaschinen sicher geringer halten lassen werden und die etwas höheren Anlagekosten durch den Minderverbrauch an Kohle bald amortisieren, sind die Vorteile des Motorenbetriebes zur Evidenz klar gelegt, indem durch deren Anwendung der Aktionsbereich der Kriegsschiffe, infolge der Möglichkeit mit den gleichen Kohlenvorräten längere Zeit auszureichen, erhöht wird.

Die Ueberlegenheit des elektrischen Bahnbetriebes auf Linien mit sehr dichter Folge der einzelnen Züge über den Dampf und animalen Betrieb ist bereits allgemein anerkannt und beginnt man daher bereits vielfach denselben nicht nur auf den Strassenbahnen, sondern auch auf Lokalbahnen und Vollbahnen, welche in Bezug auf ihre Verkehrsverhältnisse diesen Anforderungen entsprechen, nach und nach einzuführen. Hingegen sind die Ansichten, ob sich dieser Betrieb auch für den Voll- und Fernverkehr eigne, noch sehr geteilt. Es dürfte ausser Zweifel stehen, dass sich diese Betriebsart auch auf Vollbahnen mit dichtem und möglichst gleichem Verkehr selbst für die Beförderung von Lasten vorzüglich eignen wird. Hingegen geht bei längeren Bahnen mit minder dichtem und unregelmässigem Verkehr der Hauptvorteil der gleichmässigen und daher ökonomischen Ausnutzung der Betriebskraft verloren, so dass hier der Betrieb mit Dampflokomotiven noch immer der Vorteilhaftere sein dürfte. Die Idee, die elektrische Kraft für den Schnellverkehr der Züge auszunutzen und hierdurch, bei Beibehaltung der bisherigen Bequemlichkeit und Sicherheit für den Reisenden, bisher nicht erreichbare Geschwindigkeiten zu erzielen, hat zwar viel Bestechendes für sich, allein deren Realisierung steht, wiewohl diesbezüglich auf der im Bau begriffenen Columbia-Maryland-Eisenbahn bereits der Anfang gemacht werden soll, noch in weiter Ferne. Die Durchführung derselben würde, da die ganze Anlage der Bahn den in Aussicht zu nehmenden Geschwindigkeiten, bis zu 200 km in der Stunde, entsprechend erfolgen müsste, die Radien sohin vergrössert, die Wegübersetzungen beseitigt und ein stärkerer Oberbau anzuwenden wäre, mit so enormen Kosten verbunden sein, dass sie nur bei einem ausserordentlich starken Verkehr Aussicht auf Erfolg verhiesse. Wenn nun dessen ungeachtet dem elektrischen Betriebe auf Vollbahnen die vollste Aufmerksamkeit gewidmet und demselben näher getreten wird, so liegt dies, wie bei den Versuchen auf italienischen Bahnen, und zwar auf den Linien Mailand-Monza, Rom-Frascati, Bologna-

S. Felice und Lecco-Colico-Sondrio, welche ein günstiges Ergebnis hatten, hauptsächlich darin, dass Italien ein kohlenarmes Land ist, während es in seinen grossen Flüssen über ausreichende Wasserkräfte verfügt, welche für diese Zwecke nutzbringend zu verwerten sein werden. Für die Versuche auf der Wannsee- und der Wiener Stadtbahn sind eben die für den elektrischen Betrieb günstigen Verhältnisse massgebend, wie denn auch in absehbarer Zeit bei den Stadtbahnen mit Normalspur und Vollbetrieb die Elektrizität die Dampflokomotive verdrängen wird. Hat doch die *Union Elektrizitätsgesellschaft* in einem umfangreichen Elaborat den Nachweis zu erbringen versucht, dass die Leistungsfähigkeit der Berliner Stadtbahn, welche heute nahezu an ihrer Grenze angelangt ist, durch Einführung des elektrischen Betriebes um 260% erhöht zu werden vermag. Besonderer Bevorzugung erfreut sich der elektrische Betrieb für Bergbahnen in der Schweiz, wofür jedoch auch die Möglichkeit der Verwertung der Wasserkräfte mit massgebend ist.

Das elektrische Strassenbahnwesen erfreut sich eines intensiven Aufschwunges und dürften die in Europa erzielten Ergebnisse dies am besten nachweisen. Da Statistiken über andere europäische Länder wie Deutschland und Oesterreich nicht zur Verfügung stehen, sollen hier nur in kurzem die erforderlichen Daten gegeben werden, welche wohl, da die anderen Länder kaum zurückstehen, einen Rückschluss auf dieselben gestatten. In Deutschland betrug nach dem Stande vom 1. August 1896 die Anzahl der Städte mit elektrischen Bahnen 42, die gesamte Geleislänge 854,08 km, die Anzahl der Motorwagen 1571, die Gesamtleistung der für den Bahnbetrieb verwendeten Maschinen 18560 Kilo-Watt, und nach dem Stande vom 1. September 1899 die Anzahl der Städte mit elektrischen Bahnen 80, die gesamte Geleislänge 2812,55 km, die Anzahl der Motorwagen 4504 Stück und die Gesamtleistung der verwendeten Maschinen 66041 Kilo-Watt, was einem Zuwachs von rund 112, 229 und 123% entspricht.

In Oesterreich betrug die Betriebslänge der elektrischen Bahnen Ende 1896 nur 46,761 km, Ende 1899 hingegen 155,39 km, es ist sonach ein Zuwachs von 232% zu verzeichnen.

Der Betrieb dieser Bahnen erfolgt durchgehends, mit nur wenigen Ausnahmen, wie die Bahn in Lugano, die Gornergratbahn, die Bergbahn Stansstad-Engelberg, die Jungfraubahn und die Hauptbahn Burgdorf-Thun, mittels Gleichströmen und zwar zumeist mit oberirdischer Stromzuführung. In Deutschland findet der gemischte Betrieb mit Akkumulatoren und oberirdischer Stromzuführung vielfach Anwendung. Die unterirdische Stromzuführung gelangt wegen der zu grossen Anlagekosten nur auf kurzen Bahnlinien mit intensivem Verkehr zur Verwertung, und zieht man es in den meisten Fällen vor, dort, wo die rein oberirdische Stromzuführung nicht gestattet wird, den gemischten oder den reinen Akkumulatorenbetrieb einzuführen. Bei den vorgenannten Schweizerbahnen wird für den Betrieb Dreiphasenstrom verwertet und erfolgt die Stromzuleitung gleichfalls oberirdisch, zu welchem Zweck zwei Stromabnahmeleitungen angeordnet sind. In den Zentralen der Gleichstrombahnen und in deren Unterstationen werden jetzt mit wenigen Ausnahmen Ausgleichs- und Pufferbatterien angewendet, da dieselben nicht nur ein ökonomisches Arbeiten durch gleichmässige Belastung der Maschinen und Aufnahme der Stromstösse gestatten, sondern auch zur Reserve während des schwachen Betriebes herangezogen werden können.

Von neueren Projekten zur Ausnutzung des Wechselstromes für Traktionszwecke sei hier, wiewohl es noch keine praktische Anwendung gefunden, des Wechselstrom-Gleichstromsystemes von *Max Déri* gedacht. Jeder Motorwagen ist mit einer gleichen Zahl von Wechsel- und Gleichstrommotoren und einer Akkumulatorenbatterie ausgerüstet. Normal erfolgt der Antrieb durch die Wechselstrommotoren, welche nebstbei, wenn die Belastung unter dem Normalen ist, den Gleichstrommotor antreiben und denselben als Generator wirken lassen, wobei er die Akkumulatorenbatterie ladet. Sobald die Belastung derart anwächst, dass der Wechselstrommotor dieselbe nicht allein zu überwinden vermag und ausser Takt käme, tritt der nunmehr von der Akkumulatorenbatterie gespeiste Gleichstrommotor, als welcher, wegen der leichteren Spannungsregulierung ein Nebenschlussmotor verwendet werden soll, in Wirksamkeit und unterstützt den Wechselstrommotor so lange, als die stärkere Belastung andauert. Diese gegenseitigen Wechselbeziehungen zwischen den beiden Motoren sollen sich hierbei unter Anwendung eines selbstthätigen Umschalters und künstlicher Widerstände durchaus selbstthätig regeln.

Von neueren Bahnen sei nur ihrer Besonderheit wegen die elektrische Schwebebahn Barmen-Elberfeld-Vohwinkel nach System *Langen* hervorgehoben, da nach den bisherigen Ergebnissen sich ein weites Feld für die Verwertung dieser Art Bahnen erschliessen dürfte.

Die grossen Kosten der unterirdischen Stromzuführung, die Misslichkeit des reinen und gemischten Akkumulatorenbetriebes, wenden das Bestreben der Erfinder dahin, diese Nachteile zu beseitigen. Es entstanden eine Reihe von Systemen unterirdischer Stromzuführungen, welche jedoch bisher keinen nennenswerten Erfolg aufzuweisen haben und von welchen das zwar teuere, aber betriebssichere System der Firma *Siemens und Halske* fast einzig und allein in Anwendung steht. Die Teilleiter- und Kontaktknopfsysteme, deren eine grosse Anzahl in Vorschlag gebracht wurde, so von *Bochet, Claret, Vuilleumier, Křižik, Esmond, Union Elektrizitätsgesellschaft, S. Thompson und M. Walker, O. Lucher* und vielen anderen, haben sich bisher mit Ausnahme des Systems von *Diatto* in Tours noch immer nicht einzubürgern vermocht, trotzdem die verschiedenen ausgeführten Versuchsstrecken zumeist ganz günstige Resultate ergaben. Es liegt eben hier die Furcht vor, dass die vielen, meist subtilen Ein- und Ausschaltevorrichtungen leicht in Unordnung geraten, sohin die Instandhaltung nach längerem Betriebe mit den grössten Schwierigkeiten verbunden sein wird.

In den letzten Jahren, welche den Aufschwung des Automobilismus brachten, hat sich auch die Elektrizität dieses neuen Verkehrsmittels bemächtigt und dasselbe dank dem Eifer und Verständnis der Konstrukteure auf eine hohe Stufe der Vollendung gebracht. Da jedoch nur Akkumulatoren als Kraftquelle zur Verfügung stehen, ist die Anwendung dieser Gattung Fahrzeuge eine sehr beschränkte, indem dieselben an die Städte gebunden sind. Die Akkumulatoren vermögen eben im Verhältnis zu ihrem Eigengewicht nur eine bestimmte Quantität Elektrizität aufzuspeichern, welche ungefähr für 60 km Transportweg ausreicht. Nach Zurücklegung dieses Weges müssen dieselben wieder nachgeladen werden und ist zu diesem Zweck eine Ladestation erforderlich, die bei Ueberlandtouren nicht allenthalben zu finden ist. Im inneren Verkehr der Städte bewähren sich dieselben jedoch ausgezeichnet und haben den grossen Vorteil, auch grosse Hindernisse überwinden zu können, indem dem Elektromotor für kurze Zeit eine das normale Mass um das Drei- bis Vierfache überschreitende Leistung zugemutet werden kann.

Für Ueberlandtouren auf belebten Routen dürfte sich jedoch das Elektroautomobil dann bewähren, wenn der Strom von einer stromführenden Leitung mittels Trolley abgenommen werden kann, während sich das Fahrzeug auf der Strasse bewegt. Zu diesem Zweck muss das Abzweigekabel, um sich entgegenstellenden Hindernissen ausweichen zu können, flexibel eingerichtet werden. *Caffrey* und *Manon* haben bereits im Jahre 1897 einen derartigen Vorschlag erstattet und dessen praktische Verwertbarkeit durch Versuche nachgewiesen. In neuerer Zeit hat *Lombard Gérin* ein neues System dieser Art des Transportes vorgeschlagen, bei welcher der Trolley an der Leitung hängt und mit dem Wagen nur durch eine Kuppel in Verbindung steht. Dieser Trolley wird durch einen mit ihm direkt verbundenen Elektromotor längs der Leitung und zwar mit derselben Geschwindigkeit wie der Wagen fortbewegt, so dass ein Reissen der Leitung durch heftiges Anziehen der Trolleyschnur oder durch sonstige Hindernisse ausgeschlossen ist. Begegnen sich zwei Wagen auf der Strecke, so brauchen sie bloss die Leitungskuppel zu lösen und die Trolleys zu vertauschen.

So verlockend es nun wäre, auch der Fortschritte auf dem Gebiete der Verwertung der Elektrizität für andere

Zwecke, insbesondere der elektrischen Beheizung der Elektrochemie und der Elektromedizin eingehender zu gedenken, muss hier doch Selbstbeschränkung walten, da ein Umfassen des ganzen Gebietes in einem Uebersichtsartikel zur Unmöglichkeit wird, andererseits aber aus dem bereits Vorgeführten ohnedies ein Bild über den gewaltigen Aufschwung der Elektrotechnik innerhalb der letzten drei Jahre zu gewinnen ist.

Es sei hier deshalb zum Schluss noch erwähnt, dass, nachdem gesetzliche Bestimmungen über die Ausführung elektrischer Anlagen nicht vorliegen, indem der Bureaukratismus überall nachhinkt, oder wie sich ein Vertreter einer Behörde vorsichtig ausdrückte, das Geschaffene immer durch die auftauchenden Neuerungen überholt wird, die massgebenden Vertreter des elektrotechnischen Gewerbes in richtiger Erkenntnis dessen, dass bei elektrischen Installationen nicht willkürlich und planlos vorgegangen werden dürfe, sich dahin einigten, die fehlenden Gesetze selbst zu schaffen. Diesem Bestreben haben die von dem Verbande deutscher Elektrotechniker geschaffenen Sicherheitsvorschriften für elektrische Starkstromanlagen ihre Entstehung zu verdanken und haben sich die deutschen Elektrotechniker, deren Beispiel der elektrotechnische Verein in Wien bald nachahmte, um so mehr ein bleibendes Denkmal geschaffen, als diese Vorschriften nicht nur mustergültig sind, sondern auch allgemein anerkannt und befolgt werden.

Tausende rührige und fähige Geister streben auf diesem bis noch vor kurzem unerschlossenen Gebiet rüstig weiter, und ist daher ein, wenn auch weniger rapides, dafür aber um so stetigeres und zielbewusstes Weiterschreiten in der Entwickelung der Elektrotechnik für die nächste Zukunft zu erwarten, und steht auch ein weiteres Aufblühen der elektrotechnischen Industrie in Aussicht, da sich die Elektrotechnik immer neue Anwendungsgebiete zu erobern weiss, und auch das dermalen fruchtbare Feld der elektrischen Beleuchtung, Kraftübertragung und elektrischen Traktion noch lange nicht erschöpft ist, so dass auf demselben innerhalb des nächsten Dezenniums eine lebhafte Thätigkeit gewärtigt werden kann.

Man kann daher der Zukunft dieses Zweiges der industriellen Thätigkeit mit Beruhigung entgegenblicken, und ohne optimistisch zu sein, demselben eine weitere gedeihliche Entwickelung voraussagen.

Neuere Acetylenentwickler und Zubehör.

(Fortsetzung von S. 704 d. Bd.)

Die unter Nr. 109288 patentierte *Vorrichtung zur Umsteuerung des Wasserzuflusses bei Acetylenentwicklern* von *Karl Fischer* in Sitzendorf (Schwarzathal) bezweckt, je nach dem Verbrauch des in einem Gasentwickler vorhandenen Karbides das zur Gaserzeugung nötige Wasser in einen anderen Entwickler selbstthätig überzuleiten.

Diese in Fig. 54 dargestellte Vorrichtung besteht aus dem äusseren mit Wasser gefüllten Mantel *m*, in welchem sich die Gasglocke befindet und an welchem mittels des Tragarmes *a* das auf einem Winkel *o* montierte Wasserventil *v* befestigt ist. Der Ventilkörper ist durch einen an einem Stab befestigten Ventildeckel geschlossen und der Schluss durch eine Schraubenfeder *s* gesichert. An das Ende des Ventilstabes lehnt sich der mittels eines Scharnieres

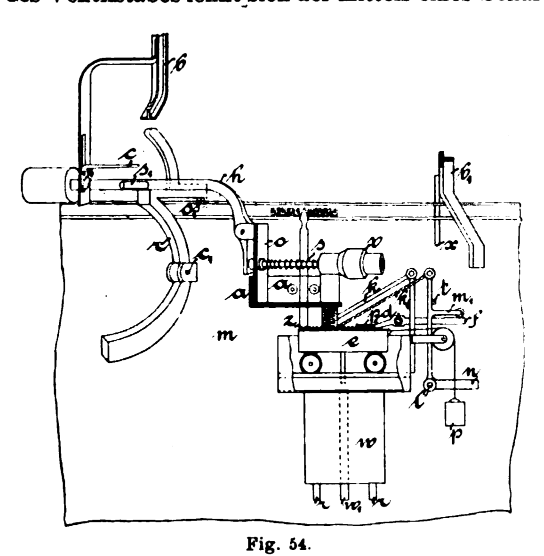


Fig. 54.

Vorrichtung zum Umsteuern des Wasserzuflusses bei Acetylenentwicklern von Fischer.

an *o* befestigte Hebel *h*, dessen beschwerter Arm auf dem Hebel *r* ruht und bei *c* drehbar am Mantel *m* befestigt ist. Durch sein Eigengewicht fällt der Hebel nach vorn und fasst mit seinem oberen Haken o_1 hinter den oberen Rand des Mantels *m*. Auf dem Hebel *r* ist noch ein nach vorn gebogener, eventuell in eine Rolle endigender kleiner Arm befestigt, welchen beim Sinken der Gasglocke ein an derselben befestigter Bügel *b* zurückdrückt; der Hebel *h* verliert hierdurch seinen Ruhepunkt und das nach unten gebogene Ende drückt gegen den Ventilstift und öffnet das Wasserventil *v*. Durch die hierauf erfolgende Gasentwickelung wird die Glocke gehoben, ein seitlich am Bügel *b* angebrachter Scharnierhebel *c*, welcher beim Niedergehen infolge seines Scharnieres an dem am Hebel *h* befestigten Stift s_1 vorbeigeht, fasst letzteren und hebt den Hebel *h* auf seinen Ruhepunkt auf *r* zurück, die Feder *s* drückt den Ventilstift zurück und das Ventil *v* wird geschlossen. Der in seiner Höhenlage verstellbare, am Bügel *b* befestigte Scharnierhebel *c* wird so eingestellt, dass durch das Ventil *v* nur das zum vollständigen Vergasen des Inhaltes einer Karbidzelle nötige Wasser fliessen kann und wiederholt sich das Oeffnen und Schliessen des Ventiles so lange, bis der Inhalt eines Karbidbehälters erschöpft ist. Hierauf wird das Wasser in einen anderen Vergaser in folgender Weise geleitet: An der äusseren Wand von *m* befindet sich ein Wasserbehälter *w*, welcher in so viel Abteilungen geteilt ist, als Vergaser vorhanden sind und wo von jeder Abteilung Rohre *r* nach den entsprechenden Vergasern führen. Zwischen diesen Rohren befindet sich noch ein Raum w_1, aus dem Wasser in den Waschraum fliesst. Ueber *w* befindet sich ein Ansatz *a* mit durchbrochenem Boden, welcher kleine Schienen trägt, auf denen ein Wagen *e* geführt wird. An letzterem sitzt ein Zeiger, welcher an einer Skala die im Betrieb befindlichen Karbidbehälter anzeigt. Ein an dem Wagen angebrachtes Abfallrohr reicht bis in den Aufsatz *a* und in eine Zahnstange *z* des Wagens greift eine Sperrklinke *k* ein. Auf einer danebenliegenden Gleitfläche kann der bei *l* drehbare Klinkenarm k_1 so lange gleiten, bis er an einen (hier nicht sichtlichen) Ansatz stösst. Ein an dem Wagen angebrachtes, an einer über eine Rolle geführten Schnur hängendes Gewicht *p* hat das Bestreben, den Wagen nach rechts zu ziehen, bis letzterer an die hervorstehende Wand von *a* stösst. Das Gewicht des unteren Armes der Klinke k_1 dreht sich im Sinne des Uhrzeigers um *l*, bis es gegen einen Anschlag *t* stösst, während gegen einen an der Klinke k_1 befestigten nach rechts gerichteten Arm m_1, welcher in eine Rolle endet, bei niedergehender Gasglocke ein an derselben befestigter Bügel b_1 drückt und den Wagen *e* nach links schiebt, wo er durch die Sperrklinke *k* festgehalten wird. Die Klinken *k* und k_1 werden durch einen zweiarmigen bei *d* drehbaren Hebel *f*, welcher links in eine Platte p_1 endet, ausgehoben, sobald ein an oben erwähntem Bügel b_1 befestigter Stift *x* auf den rechten



Arm des Hebels f drückt. Dieser Stift x ist so hoch angebracht, dass die Auslösung der Sperrklinken erst dann eintritt, wenn der Wagen e in seine linke Endstellung angekommen ist. Ist nun das in einem Behälter befindliche Karbid aufgebraucht, so sinkt die Gasglocke, bis der Bügel b_1 und die Klinke k_1 den Wagen e über die zweite Abteilung des Wasserkastens w geschoben hat, so dass das durch das Ventil v tretende Wasser in den nächsten Karbidbehälter geleitet wird. Nachdem auch der Inhalt des letzten Karbidbehälters verbraucht ist, drückt der Stift x bei weiterem Sinken der Glocke den rechten Arm des Hebels nach unten. Die Sperrklinken k und k_1 werden nun ausgelöst und der Wasserwagen e durch das Gewicht p nach rechts gezogen, bis er sich über der ersten Abteilung des Wasserkastens w befindet und seinen Inhalt in den inzwischen wieder gefüllten ersten Karbidbehälter entleert.

Anstatt gewöhnliches Karbid in grösseren oder kleineren Stücken zur Acetylenerzeugung zu verwenden, gebraucht man hierzu jetzt häufig präpariertes oder in Form von Patronen gebrachtes Karbid, welch letztere wasserdicht hergestellt und zugleich mit Wasser in den Entwickler untergebracht werden, um sie danach je nach Bedarf mittels einer von aussen zu bethätigenden Vorrichtung zu öffnen. Bei den bisherigen hierzu eingerichteten Vorrichtungen wurde nun immer eine einzelne Patrone gelocht und in den betreffenden Apparat eingesetzt, was natürlich höchst umständlich war. Im nachstehenden führen wir einen Apparat vor, bei welchem eine Anzahl festverschlossener Karbidpatronen unter dem Wasserspiegel stehen und nach jedesmaliger Entleerung des Gasbehälters von letzterem selbstthätig geöffnet und nacheinander zur Entwickelung gebracht werden, wobei der Wasserzufluss und Gasabfluss nicht unterbrochen wird und das Einsetzen neuer Patronen vollkommen gefahrlos vor sich geht.

Dieser *Acetylenentwickler mit Vorrichtung zum Durchbohren unter Wasser angeordneter Karbidpatronen* von Dr. *Emil Hilbert* in Berlin ist unter D. R. P. Nr. 109289 geschützt und in Fig. 55 dargestellt.

Fig. 55.
Acetylenentwickler mit Vorrichtung zum Durchbohren unter Wasser angeordneter Karbidpatronen von Dr. Hilbert.

Am Boden des Wasserbehälters a befinden sich je nach der Grösse eine entsprechende Anzahl Karbidpatronen b in gleichmässigen Abständen, welche durch Bajonettverschluss c befestigt werden. Die Patronen selbst bestehen aus einem äusseren luftdicht verschliessbaren Cylinder und zwei konzentrisch eingesetzten durchlochten Cylindern d und e, welche vom Deckel bis zum Boden des äusseren Cylinders reichen und in kleinem Abstande über dem Boden des letzteren mittels eines durchlochten Bodens d_1 in Verbindung stehen. Das Karbid befindet sich in dem Ringraum zwischen d und e, der durch einen Deckel fest verschlossen ist, welcher in der Mitte einen von aussen durch eine gut dichtende Masse g vergossenen Stöpsel f hat. Ueber der Mitte jeder Patrone, d. h. über dem Stöpsel f befindet sich im Deckel des Wasserbehälters a in einem von Säulen o getragenen Ring i in einer Stopfbüchse h geführter hohler Stempel k, der oben mit einem Handgriff versehen und unten von k_1 ab auf einen Durchmesser verjüngt ist, der kleiner ist, als der des Stöpsels f. Unter- und oberhalb von k_1 ist der Stempel seitlich durchbohrt und bei der linksseitig dargestellten Stellung mit dem Wasserbehälter a und durch eine obere Seitenöffnung durch einen Schlauch l mit dem Gasreiniger m verbunden. Eine kräftige Schraubenfeder n hat das Bestreben, den Stempel k nach unten zu treiben. Auf dem Ringe i befindet sich bei jedem Stempel ein um Bolzen p drehbarer zweiarmiger Hebel q und in einer Nut des Ringes i drehbar ein zweiter Ring r mit radial nach aussen vorstehenden Armen s, deren Anzahl derjenigen der Stempel bezw. Patronen entspricht und mit einer nach innen hervortretenden Nase t versehen ist.

Der Apparat arbeitet folgendermassen: Nachdem sämtliche Stempel k hochgezogen sind, werden die Hebel q so gedreht, dass ihre drei kurzen Arme in die Einschnitte u der Stempel eingreifen und dadurch in gehobener Stellung festgehalten werden. Man nehme nun an, ein neben dem Apparat befindlicher Gassammler wäre mit Gas gefüllt und denke sich an der Aussenseite der Sammelglocke in schräger Richtung eine Schiene angebracht, welche sich mit der Glocke senkt und deren unteres Ende vor einem der Arme s liegt, so wird beim Sinken der Glocke der Arm s durch die schräge Auflaufkante der Schiene fortbewegt und der Ring r in der Nut des Ringes i gedreht werden. Die Neigung der Schiene und Drehung des Ringes r ist so bemessen, dass die hervortretende Nase t jedesmal, wenn die Glocke einen gewissen Tiefstand erreicht hat, gegen den langen Arm des Hebels q stösst und denselben um so viel dreht, dass der kurze Arm aus dem Einschnitt u des betreffenden Stempels heraustritt und letzterer durch die Feder n gewaltsam nach unten getrieben wird und den Stöpsel f heraustreibt (rechte Seite der Fig. 55). Hierdurch tritt das Wasser in a durch die Oeffnungen v in den Stempel und durch die Oeffnungen v_1 v_2 in den Cylinder b, wodurch eine sofortige Gasentwickelung stattfindet. Das Acetylen dringt in den Stempel k und von da in den Reiniger m, von wo aus dasselbe in den Sammler geleitet wird; der Sammler steigt hierdurch und die schräge Schiene stellt sich derart ein, dass beim Verbrauch der einen Patrone und Verminderung der Gasmenge im Sammler der folgende Stempel ausgelöst wird. Etwa durch die Oeffnungen v ausgetretenes Gas steigt durch das Rohr m_1 und den Reiniger m in den Sammler.

Bei dem *Acetylenentwickler mit beweglich angeordnetem Karbidbehälterkranz* von *C. F. Kindermann* in Berlin (D. R. P. Nr. 109320) wird die Beschickungsvorrichtung absatzweise selbstthätig durch die Gasglocke in der Weise bethätigt, dass der Kranz der Karbidbehälter auf einer senkrechten Achse drehbar angeordnet ist und während des Betriebes durch einen Anschlag festgehalten wird, wodurch bei der Beschickung der Behälter nur ein Teil des Abschlussdeckels geöffnet zu werden braucht.

Das mit einer verschliessbaren Einfüllöffnung c versehene Gefäss a (Fig. 56) wird durch den Deckel b gasdicht verschlossen. Eine abgedichtete Achse d ist durch b



hindurchgeführt und ruht in einem Zapfenlager *c*; zwischen den radialen Tragarmen *g* werden die Karbidbehälter *h*

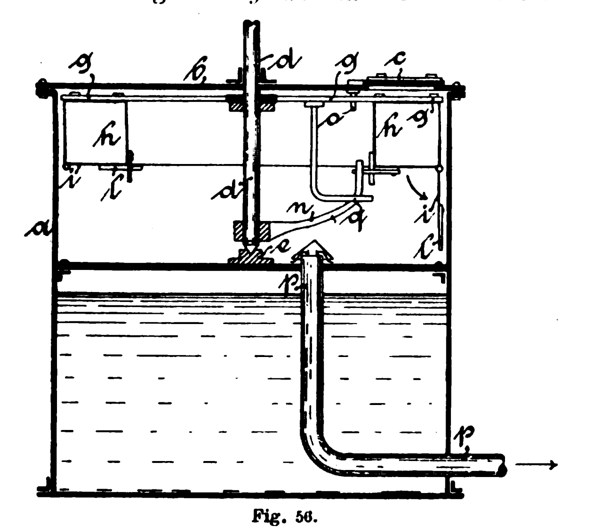


Fig. 56.
Acetylenentwickler mit beweglich angeordnetem Karbidbehälterkranz von Kindermann.

eingehängt. Ein an der Achse *d* befestigter Auslösearm *n* bewirkt bei Drehung der Achse die Verschiebung der Auslöseklinken *l* und die Entleerung der Behälter *h*. In der Nähe der Einfüllöffnung *c* befindet sich unter dem Deckel *b* eine Klinke *o*, welche seitwärts umgelegt werden kann und in herabhängender Lage derart vor einem der Tragarme steht, dass durch dieselbe dessen Weiterbewegung im Sinne der Drehrichtung von *d* und *n* verhindert wird. Wenn die Gasglocke in ihre Tiefstellung herabsinkt, so wird die Achse mit dem Arm *n* gedreht, die Verschlussklappe *i* des ersten Behälters geöffnet und deren Inhalt in das Wasser befördert, wonach das Gas durch das Rohr *p* zum Sammler gelangt. Letzterer steigt nun und bewirkt bei dem durch den Gasverbrauch eintretenden Sinken eine weitere Drehung der Achse und Entleerung des nächstfolgenden Behälters so lange, bis die Achse eine vollständige Umdrehung gemacht hat und der Auslösearm *n* durch einen Anschlag *q* begrenzt wird. Die neue Beschickung des Apparates geschieht nun dadurch, dass nach Einhängen eines gefüllten Karbidbehälters *h* die Achse *d* mit den Tragarmen *g* so weit gedreht wird, dass der nächste zu ersetzende Behälter unter die Einfüllöffnung *c* gelangt, so oft, bis die Anfangsstellung wieder erreicht ist.

(Fortsetzung folgt.)

Kleinere Mitteilungen.

Vom Zeppelin'schen Luftschiff.

Die Gesellschaft zur Förderung der Luftschiffahrt in Friedrichshafen veröffentlicht folgenden Bericht über das Ergebnis der zweiten und dritten Auffahrt des Flugschiffes am 17. und 21. Oktober:

Bei der ersten Auffahrt am 2. Juli 1900 hatte es sich erwiesen, dass die Schwingungen des Luftschiffes um seine wagerechte Querachse in der That so langsam sich vollziehen, als berechnet worden war (etwa 18 Sekunden für den halben Ausschlag). Man konnte es deshalb wagen, den Tiefhang des Laufgewichts (26 m) und seine Aufhängung an weit getrennten Punkten, die selbstwirkend die wagerechte Lage des Flugschiffes zu unterstützen bestimmt waren, aufzugeben, und die Erhaltung dieser Lage allein durch von der Besatzung zu bethätigende Einrichtungen zu bewirken. Mit der Aufgabe des Tiefhanges konnten auch eine Reihe von Uebelständen (Beförderung von Schwingungen und von Aufwölbung des Fahrzeuges u. s. w.), und Gefahren (Hängenbleiben bei Landungen u. s. w.), welche er im Gefolge hat, vermieden werden. Sie gestattete ferner, den Laufgang, an dem die Laufkatzen des Laufgewichtes liefen, wegzulassen. Dadurch wurde Gewicht erspart, was die wünschenswerte Vermehrung der Steifigkeit des Fahrzeuges mittels Anbringung einer, mit den beiden unteren Längsträgern durch Streben starr verbundenen I-Schiene zwischen den beiden Gondeln ermöglichte. An dieser I-Schiene wurde das nunmehr 150 kg (statt bisher 100 kg) schwere, nur bis zur Höhe der Gondelsohlen herabhängende Laufgewicht aufgehängt. Das Gelangen eines Menschen von einer Gondel zur anderen ist wie früher auf dem Laufgang möglich geblieben. — Der Fortfall des Laufganges gewährte auch Raum unter den beiden Fahrzeugenden für wünschenwerte Anordnungen. Um ein weiteres, leicht zu handhabendes Mittel zur Erhaltung oder beliebigen Aenderung der Längslage des Fahrzeuges zu gewinnen, wurde unter dem vorderen Ende ein Auf- und Absteuer angebracht. Das hintere Ruderpaar zu beiden Seiten des Tragkörpers hatte bei der ersten Auffahrt, der ausserordentlich langen Steuerseile wegen, teilweise versagt. Auch konnte bei ihrem Gebrauch das jeweils auf der äusseren Seite der Wendung befindliche Steuer nicht zur vollen Wirkung kommen. Die beiden Steuer wurden deshalb nunmehr unter dem hinteren Fahrzeugende hintereinander angebracht, derart, dass das vordere derselben, von den übrigen unabhängig, von der hinteren Gondel aus im Bedarfsfalle Verwendung finden konnte, während das hintere gleichzeitig mit den vorn an der Spitze, oben und unten angebrachten Steuer von der vorderen Gondel aus zu stellen war. — Am 24. September waren alle diese Arbeiten vollendet und war das in seiner Halle aufgehängte Flugschiff zur Füllung mit Wasserstoffgas bereit, die am Morgen des 25. beginnen sollte und am Mittag desselben Tags, spätestens am Morgen des 26., den zweiten Aufstieg gestattet hätte. Da brachen in der Nacht zum 25. aus nicht sicher aufgeklärter Ursache einige Aufhängungen, so dass der Mittelteil des Fahrzeuges zu Boden fiel, wobei das Gerippe solche Verbiegungen erlitt, dass nur in längerer Arbeitszeit der Schaden wieder auszubessern sein konnte. Dass dieses schon am 14. Oktober vollständig geschehen war, ist wesentlich der besonders guten Eignung des Aluminiums zur betreffenden Bearbeitung zu danken.

Eingetretener Sturm verhinderte zunächst die Füllung; erst am Morgen des 17. Oktober konnte sie beginnen, ging aber dann so rasch von statten, dass das Flugschiff mittags 4 Uhr zum Abwägen bereit war. Das Kommando „Los“ erfolgte auf dem hinausgefahrenen Floss um 4 Uhr 45 Minuten. Dem Fahrzeug war ein Auftrieb von etwa 70 kg gegeben worden; dabei hatte es noch eine Ballastmenge von gegen 1200 kg und zeigte infolge günstiger Verteilung dieses Ballastes und der neuen Versteifung fast keine Verbiegung seiner Längsachse. Es verharrte nahezu unverändert in der Schwebehöhe von 300 m über dem See. Unter diesen Umständen hätte die zu erreichende Fahrgeschwindigkeit durch eine längere Geradeausfahrt hin und her auf einem in der Windrichtung gelegenen Striche gezeigt werden können. Das wurde aber dadurch verhindert, dass das hinterste Steuer sich bald an der zu nahe darüber befindlichen äusseren Ballonhülle verfing und Backbord stehen blieb. Als nun die Geradeausfahrt angetreten werden sollte, überschwenkte das Fahrzeug nach Backbord. Bis die Ursache erkannt und die Gegenwirkung mit den verbleibenden Steuern eingeleitet war, geriet man dem Lande so nahe, dass man sich zu einer abermaligen vollständigen Linksschwenkung und zu zeitweiliger Rückwärtsfahrt entschliessen musste. Als das Fahrzeug dann seewärts wieder in die Höhe der Halle kam, war die Tageszeit so vorgeschritten, dass es sich empfahl, gegen jene einzuschwenken, um in ihrer Nähe zu landen. Aus Mangel an Erfahrung wurde aber zu früh eingeschwenkt. Der Seitenwind führte das Fahrzeug abwärts von der Halle, so dass das ganze vorhin beschriebene Manöver mit Linksschwenken und zeitweisem Rückwärtsfahren wiederholt werden musste. Diesesmal wurde die Richtung auf die Halle gut getroffen und in langer, wenig geneigter Schrägfahrt sollte in deren Nähe gelandet werden. Doch zwang die rasche Entleerung einer der vordersten Gaszellen, hervorgerufen durch das Sichselbstöffnen eines Ventils, zur schnellen Abfahrt. Das so rasche Entleeren einer Abteilung ist schon für die folgende Fahrt durch Verbesserung der Ventilanbringung ausgeschlossen gewesen. Die Landung fand um 6 Uhr 5 Minuten statt. Die Fahrt hatte somit im ganzen 1 Stunde und 20 Minuten gedauert. Die von den Geometern bestimmte Fahrkurve liegt zur Zeit noch nicht vor; aber aus einer sachkundigen Beurteilung ihres Entwurfes, sowie aus verschiedenen anderweitigen Beobachtungen (z. B. Vergleich mit der Geschwindigkeit von Motorbooten, während das Flugschiff gegen einen 4 m in der Sekunde wehenden Wind anging) ist mit Sicherheit anzunehmen, dass das Flugschiff, trotz fortwährender Wendungen oder der noch stärker aufhaltenden Gegeneinanderwirkung verschieden gestellter Steuer, eine Geschwindigkeit von 8 m in der Sekunde gehabt hat. Der Aufstoss hatte nur unbedeutende Havarie verursacht, welche be-

reits am 20. Oktober mittags wieder behoben war. Inzwischen wurde die Steuerung dadurch vereinfacht und zugleich zuverlässiger wirkend gemacht, dass man das obere der beiden vorderen und das weniger zurückliegende der beiden hinteren Steuer ganz wegnahm und das hinterste Steuer etwas tiefer legte, um es von der äusseren Hülle weiter abzurücken. Wegen des Verlustes des Gasinhalts einer ganzen Zelle musste die Nachfüllung zum Teil mit sehr minderwertigem, weil nicht auf elektrolytischem Weg hergestellten Gas erfolgen.

Noch am 21. Oktober, um 5,02 abends, erhob sich das Luftschiff, wiederum vorzüglich abgewogen, im vollen Gleichgewicht zum dritten Flug empor. Das schlechte Gas hatte nur noch einen Auftrieb von 20 kg bei 30 kg Ballast in jeder Gondel zugelassen. Den bisherigen Luftschiffererfahrungen widersprach es vollständig, ein so grosses Luftschiff mit so wenig Ballast zum Aufstieg zu bringen. Allein auf Grund der bei den beiden vorhergegangenen Abstiegen gemachten Erfahrungen durfte der Aufstieg wohl gewagt werden. Der Erfolg hat dann auch diese Erfahrungen glänzend bestätigt. Die notwendige Zurücklassung des Ballastes hatte eine solche Entlastung der Fahrzeugmitte zur Folge, dass diese sich nach oben wölbte. An dem entstandenen Bogen arbeiteten die Schrauben nun wieder wie bei der ersten Fahrt in der Richtung von Tangenten an diesem Bogen, und verursachten beim Vorausgang der Schrauben ein Sinken der Fahrzeugspitze. Dieses nötigte 2mal beide Motoren, und 10- bis 12mal wenigstens den einen derselben rückwärts laufen zu lassen. Vollkommen bewährt hat sich bei dieser Fahrt die Steuerung. Die Steuer liessen sich leicht bewegen und obgleich nur noch zwei Seitensteuer — eines vornen und eines hinten — gegen früher deren vier, vorhanden waren, folgte das Fahrzeug willig und schnell genug ihrem Druck. Es wurde ein grosser Bogen nach Backbord, hernach ein solcher nach Steuerbord beschrieben, und dann, um nicht in die Nacht zu kommen, um 5 Uhr 25 in nächster Nähe der Halle glatt gelandet. Bereits um 6 Uhr befand sich der völlig unbeschädigte Ballon wieder in der Halle.

Wegen des geschehenen Nachfüllens mit schwerem Gas sind weitere Fahrten ohne Neufüllung nicht ausführbar. Zu einer Neufüllung besitzen wir keine Mittel mehr. Die drei Aufstiege haben jedoch bereits erwiesen, dass wir ein Fahrzeug geschaffen haben, welchem man sich mit Ruhe für den Flug durch die Luft anvertrauen kann. Dasselbe ist vollkommen lenkbar, sowohl seitlich als in der Höhenrichtung. Mit seiner Geschwindigkeit von 8 Sek./m vermag es in mässiger Höhe über der Erde, nur an Tagen mit starkem Winde nicht, auch nach dem Winde entgegengesetzten Richtungen zu fahren. Der überschüssige Auftrieb von etwa 1200 kg und der geringe Bedarf an Ballast gestatten nicht nur den Einbau einer solchen Verstärkung, dass keine fahrthindernden Aufwölbungen des Gerippes mehr vorkommen, sondern auch die Mitführung weiterer Personen oder von Nutzlasten, insbesondere eines Benzinvorrates für mehrtägige ununterbrochene Fahrten. Noch wenige Versuchsfahrten würden demnach genügen, um mit aller Sicherheit selbst weitere Reisen unternehmen zu können.

Bücherschau.

Die graphische Statik. Elementares Lehrbuch für technische Unterrichtsanstalten und zum Gebrauch in der Praxis bearbeitet von *R. Lauenstein*, Ingenieur und Professor an der Baugewerkeschule in Karlsruhe. Sechste Auflage. Mit 285 Abbildungen. Arnold Bergsträsser Verlagsbuchhandlung (A. Kröner) in Stuttgart. 1900. 251 S. Preis geh. 5,40 M., geb. 6 M.

Die rasche Aufeinanderfolge der Auflagen beweist wohl am besten, dass das Buch sich als brauchbar erwiesen und viele Freunde erworben hat. Dasselbe enthält ausser den in den ersten Paragraphen behandelten allgemeinen Grundlagen der graphischen Statik die Anwendungen derselben auf dem Gebiete der belasteten einfachen Balkenträger sowie der Fachwerke, und zwar für bleibende sowie für veränderliche Belastung, und der verschiedenartigen Dachbinder; ferner die Bestimmung des Winddruckes und des Erddruckes (nach *Rebhann*), die Untersuchung der Stützmauern, Tonnengewölbe, Kreuz- und Kuppelgewölbe sowie der Widerlager und Pfeiler, nebst einem Anhange mit Tabellen über Eigengewicht, Belastung und Beanspruchung von Bauteilen.

Die Mechanik. Elementares Lehrbuch für technische Mittelschulen und zum Selbstunterricht bearbeitet von *R. Lauenstein*, Ingenieur und Professor an der Grossh. Baugewerkeschule in Karlsruhe. Vierte Auflage. Mit 210 Abbildungen. Arnold Bergsträsser Verlagsbuchhandlung (A. Kröner) in Stuttgart. 1900. Preis geh. 4.40 M., geb. 5 M.

Das Lehrbuch schliesst sich der vorbesprochenen Arbeit des Verfassers: „Graphische Statik", sowie dem in demselben Verlage erschienenen Buche desselben „Festigkeitslehre" an und bildet mit ihnen zusammen ein Ganzes. Die Aufgabe, die sich der Verfasser stellte, der technischen Mittelschule ein passendes Lehrbuch zu bieten, mit dessen Hilfe viel Zeit und Mühe erspart werden können, ist von ihm in glücklicher und zweifelsohne auch erfolgreicher Weise gelöst worden. Möge das Buch auch in der neuen Auflage sich seine Freunde erhalten und an seinem Teile zur Förderung der wissenschaftlichen Erkenntnis in der Technik beitragen.

Das konstitutionelle System im Fabrikbetriebe. Von *H. Freese*. Eisenach, Wilkens, 1900. Preis M. 1.80.

Dadurch, dass die Arbeitgeber sich weigern, ihren Arbeitern im eigenen Hause einen Einfluss auf die Arbeitsbedingungen zu gewähren, zwingen sie dieselben, sich ausschliesslich auf die ausserhalb der Fabrik bestehenden Organisationen zu verlassen. Um nun zu Hause die Verhältnisse zwischen Arbeitgeber und Arbeiter zu regeln, sind in Deutschland und Oesterreich seit 1868 Einrichtungen getroffen worden, wo Arbeiterausschüsse auf diese Verhältnisse einwirken. In welcher Weise dies gemacht wird und zu machen ist, darüber lehrt das Buch von *Freese*, der auf seinen Fabriken Arbeiterparlamente konstituiert hat und sie als für den Fabrikanten vorteilhaft darstellt. Nach einer kurzen Umschau über die verschiedenen Einrichtungen dieser Art kommen zur Sprache die Prinzipien des Arbeiterparlaments, praktische Winke und fertige Statuten, alles in Uebereinstimmung mit den Gesetzen, die bekanntlich dergleichen Einrichtungen begünstigen.

P. K. r. E.

Colson, R., Commandant du Génie, Répétiteur à l'École Polytechnique. **Traité élémentaire d'Electricité.** 3. gänzlich umgearbeitete Auflage. VI und 272 S. mit 91 Abb. Paris 1900. Librairie Gauthier-Villars. Preis 3 Frs. 75 Cts.

Das Werkchen behandelt etwa in der Form eines Repetitoriums das ganze Gebiet der Elektrizitätslehre und Elektrotechnik und kann infolgedessen die einzelnen Teile nur flüchtig streifen. Der verhältnismässig grosse Raum, den unter den Stromerzeugern die konstanten Elemente einnehmen, wäre besser den Dynamomaschinen, Akkumulatoren und Transformatoren zugewiesen worden, die mit einigen veralteten Abbildungen abgethan werden. Das Werkchen würde durch eine Erhöhung der Zahl und Qualität seiner Abbildungen entschieden gewinnen.

La Pratique industrielle des Courants alternatifs. Von *G. Chevrier*, Ingénieur à l'Usine centrale du Secteur électrique de la rive gauche de Paris. II und 268 S. mit 109 Abb. Paris 1900. Georges Carré et C. Naud. Preis 9 Frs.

Der Verfasser behandelt in klarer Sprache nach der graphischen Methode das Gebiet der Einphasenströme, soweit Wirkungsweise und Betrieb in Frage kommen; konstruktive Angaben sind nicht gegeben. Der Inhalt der einzelnen Kapitel gliedert sich wie folgt: 1. Wesen und Gesetze des Wechselstroms. 2. Die Erscheinungen im Wechselstromkreis; Selbstinduktion, Kapazität. 3. Wirkungsweise des Wechselstromgenerators. 4. Bedingungen für das Parallelschalten. 5. Transformatoren. 6. Motoren und rotierende Umformer. 7. Verteilung des Einphasenstroms. Die Anordnung und Behandlung des Stoffes wie die buchhändlerische Ausstattung einschliesslich Wiedergabe der Figuren verdienen das gleiche Lob einer erfreulichen Klarheit und Uebersichtlichkeit.

Eingesandt.

Die *van Vrieslands Aërogengasgesellschaft m. b. H.* in Hannover bringt ein neues, „Aërogengas" benanntes Beleuchtungsmittel auf den Markt, das auf Erfolg Aussicht haben dürfte. Der durch diese Erfindung auf dem Gebiete der Gastechnik hervorgerufene Fortschritt kommt in erster Linie den kleinen Städten und Ortschaften zu gute, in denen bis heute keine Gasanstalten oder elektrische Zentralen existieren, dann aber auch besonders den isoliert liegenden Fabriken, Villen, Landgütern, Stationsgebäuden, Brennereien, Ziegeleien u. s. w., welche sich bislang, wenn sie nicht die enormen Kosten einer elektrischen Beleuchtung anlegen wollten, mit Petroleum behelfen mussten. Der Aërogengasapparat erzeugt selbstthätig eine tageshelle Beleuchtung, gutes Heiz- und Kochgas, und ebenso Kraftgas für Motoren. Wie uns die Firma mitteilt, ist das Aërogengas billiger als Steinkohlengas, sonstiges Kraftgas oder Elektrizität, ferner soll es ungefährlich, nicht explodierbar und auch giftfrei sein.

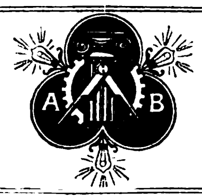
Arnold Bergsträsser Verlagsbuchhandlung (A. Kröner) Stuttgart.
Druck der Union Deutsche Verlagsgesellschaft ebendaselbst.



DINGLERS
POLYTECHNISCHES JOURNAL.

81. Jahrg., Bd. 315, Heft 47. Stuttgart, 24. November 1900.

Jährlich 52 Hefte in Quart. **Abonnementspreis** vierteljährlich 6 M., direkt franko unter Kreuzband für Deutschland und Oesterreich 6 M. 65 Pf., für das Ausland 7 M. 30 Pf. Redaktionelle Sendungen und Mitteilungen bittet man zu richten: An die Redaktion von „Dinglers Polytechn. Journal“ in Stuttgart, die Expedition betreffende Schreiben an Arnold Bergsträsser Verlagsbuchhandlung (A. Kröner) Stuttgart



Moderne Dampfkesselfeuerungen.

Von **O. Herre**, Ingenieur und Lehrer.

Während an der Verbesserung der Dampfmaschine ununterbrochen mit grösstem Fleisse gearbeitet wurde, fand der Dampfkessel in früherer Zeit eine mehr stiefmütterliche Beachtung. Erst in den letzten zwei Jahrzehnten wurde auch dem Dampfkesselbau eine energische Förderung zu teil. Die hohen Dampfspannungen, welche zur Erhöhung der Oekonomie des Dampfmaschinenbetriebes eingeführt wurden, zwangen den Dampfkesselkonstrukteur, neue, widerstandsfähigere Konstruktionen aufzufinden, während andererseits die stetige Zunahme der Grössenverhältnisse der Dampfkesselanlagen zu einer immer weiter gehenden Raumausnutzung nötigte. So bildeten sich neben den früher für stationäre Anlagen fast allgemein angewendeten Walzen- und Flammrohrkesseln die verschiedensten Formen der Wasserröhrenkessel und der kombinierten Kessel aus.

Doch nicht nur der Konstruktion des Kessels schenkte man erneute Aufmerksamkeit, man suchte auch die vielfach recht mangelhaften Feuerungseinrichtungen zu verbessern.

Die Verbesserungsbestrebungen bewegten sich hierbei hauptsächlich in drei Richtungen.

Erstens suchte man die Oekonomie des Betriebes zu steigern, indem man die Verbrennung zu einer möglichst vollkommenen gestaltete und dafür sorgte, dass die thatsächlich entwickelte Wärmemenge auch möglichst vollständig zur Dampferzeugung verwendet wurde.

Zweitens war man bestrebt, die durch die oft ungewöhnlich starke Rauchentwickelung hervorgerufenen Belästigungen möglichst zu vermindern oder ganz zu beseitigen.

Schliesslich suchte man drittens dem Heizer sein mühevolles und verantwortliches Amt nach Möglichkeit zu erleichtern.

Die angewendeten Mittel sind ausserordentlich zahlreich, auch ist es einleuchtend, dass gewöhnlich durch ein bestimmtes Mittel nicht nur Vorteile in einer Richtung, sondern in mehreren der angegebenen drei Richtungen zugleich erzielt werden können. Jedenfalls ist es gelungen, sowohl in wirtschaftlicher, wie hygienischer und humaner Beziehung Vorteile zu erlangen, welche die Einführung der betreffenden Konstruktionen rechtfertigen und Veranlassung bieten, ältere und weniger zweckmässige Feuerungsanlagen durch bessere zu ersetzen.

Die Anforderungen, die nach dem heutigen Stande der Feuerungstechnik in berechtigter Weise an eine moderne Feuerungsanlage gestellt werden können, sind folgende:

1. Die Feuerungsanlage muss dem zur Verwendung kommenden Brennstoff richtig angepasst sein.
2. Die Verbrennung muss eine möglichst vollkommene, und die Ueberführung der entwickelten Wärme an das Kesselwasser eine möglichst vollständige sein, damit eine gute Ausnutzung erreicht wird.
3. Der Betrieb der Feuerung muss den Schwankungen in der Dampfentnahme mit Leichtigkeit angepasst werden können.
4. Die Feuerung soll rauchlos oder doch möglichst rauchschwach arbeiten.
5. Die Bedienung der Feuerung soll möglichst einfach und nicht zu anstrengend sein.
6. Die Feuerungsanlage sei dauerhaft und erfordere nur ein angemessenes Anlagekapital.

Diese Zusammenstellung lässt erkennen, dass bei der Konstruktion einer Feuerungsanlage in demselben Masse eine eingehende Rücksichtnahme auf die besonderen Verhältnisse zu üben ist, wie bei der Auswahl des Kesselsystems.

Ebensowenig wie es ein Kesselsystem gibt, das unter allen Verhältnissen den anderen Systemen vorzuziehen sein wird, ebensowenig gibt es eine Feuerung, die für alle Verhältnisse passt und allen anderen Konstruktionen überlegen ist. Es wird vielmehr in jedem Falle die Wahl so zu treffen sein, dass die Vorteile der betreffenden Konstruktion möglichst vollständig zur Geltung kommen können, während ihre Nachteile unter den herrschenden Verhältnissen nur geringen Einfluss ausüben.

Ein recht erfreuliches Zeichen ist es, dass ebenso wie im Dampfkesselbau auch die Herstellung von Feuerungsanlagen immer mehr Spezialität bestimmter Firmen wird. Hierdurch ist eine fortgesetzte und unmittelbare Verwertung der gesammelten Erfahrungen möglich, was naturgemäss die Entwickelung der Feuerungstechnik nur günstig beeinflussen kann.

Wer daher bei einer Neuanlage oder einem Umbau seiner Feuerungseinrichtung die grösste Gewähr für eine zweckentsprechende Ausführung besitzen will, wird sich an eine derartige Firma zu wenden haben.

Nachstehend sollen nun einige moderne Feuerungseinrichtungen nach den neuesten Ausführungen besprochen werden, wobei zugleich die Mitteilung von Verdampfungsresultaten eine Unterlage zur Beurteilung der Konstruktionen bieten soll.

Die einfachste Feuerungseinrichtung ist der gewöhnliche Planrost. Nun kann allerdings nicht geleugnet werden, dass auch mit dieser einfachsten Vorrichtung ein zufriedenstellender Betrieb möglich ist; doch müssen dann verschiedene günstige Verhältnisse zusammenwirken, um dies zu erreichen.

Vor allen Dingen ist ein geschickter, zuverlässiger Heizer notwendig; ferner darf der Betrieb nicht zu sehr forciert werden, denn bei zu grosser Anstrengung des Planrostes wird selbst dem tüchtigsten Heizer die Erzielung einer vollkommenen und rauchfreien Verbrennung unmöglich werden, ganz abgesehen davon, dass dann die Wartung der Feuerung eine sehr anstrengende Arbeit ist; schliesslich ist noch hervorzuheben, dass auch nicht jedes Brennmaterial für die Verbrennung auf dem einfachen Planrost geeignet ist.

Um den Planrost in zweckmässiger Weise mit Brennstoff beschicken zu können, darf ferner die Länge des Rostes nicht zu bedeutend sein. Dieser Umstand gewinnt bei Flammrohrkesseln besondere Bedeutung, weil hier auch eine Beschränkung in der Breitenausdehnung vorliegt. Man hat daher versucht, durch Konstruktion besonderer Beschickungsapparate diese Nachteile zu vermeiden und auch

die Arbeit des Heizers zu erleichtern. Von den zahlreichen Konstruktionen haben sich jedoch nur wenige als praktisch erwiesen, so dass die meisten Systeme keine grössere Anwendung finden konnten.

Eine der erprobtesten und bewährtesten Konstruktionen dieser Art ist die Cario-Feuerung, die nach den neuesten, verbesserten Ausführungen der Firma *Otto Thost* in Zwickau durch die Fig. 1 und 2 dargestellt ist.

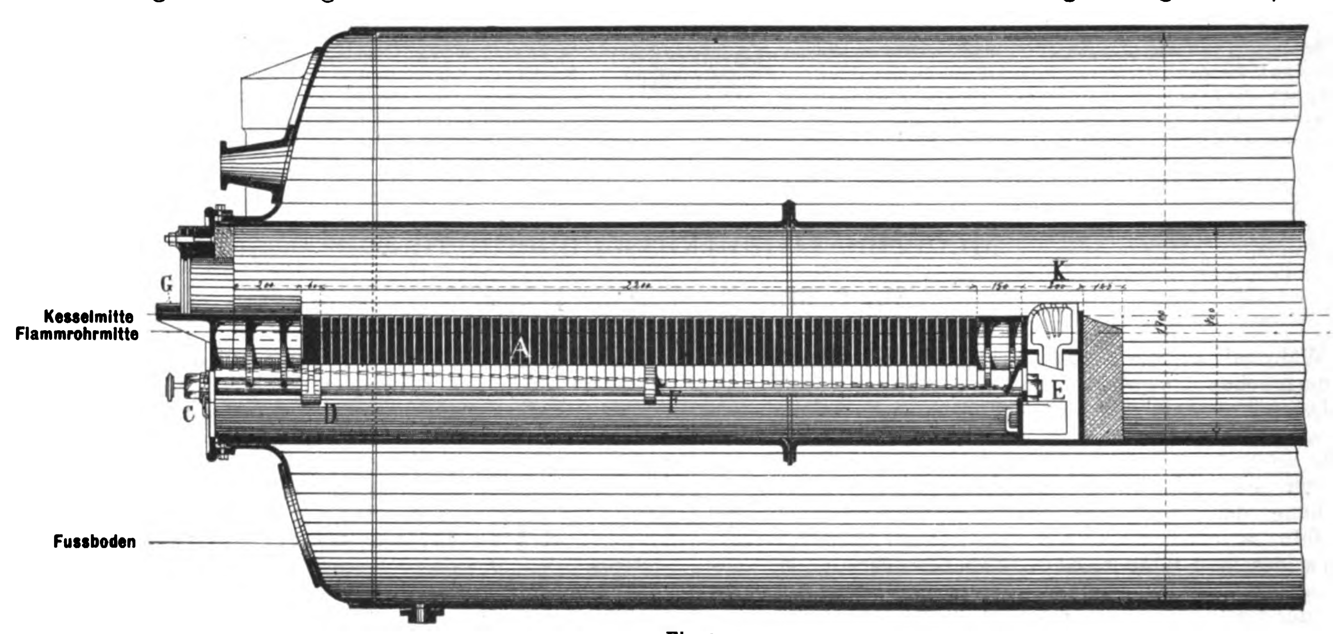


Fig. 1.
Cario-Feuerung von Otto Thost.

Diese Figuren geben die Cario-Feuerung für die *Dresdener Maschinenfabrik und Schiffswerft, Aktiengesellschaft,* wieder.

Die Cario-Feuerung besteht aus einer Anzahl besonders geformter Roststäbe A, die auf zwei Röhren B gelagert sind. Die Röhren B finden ihre Unterstützung in der vorderen Stirnplatte bei C, in dem Rostbock bei D und in der Feuerplatte bei E. Für besonders lange Roste werden noch Zwischenböcke F zur Unterstützung angewendet.

Der Rost ist ein satteldachförmiger Schrägrost, der

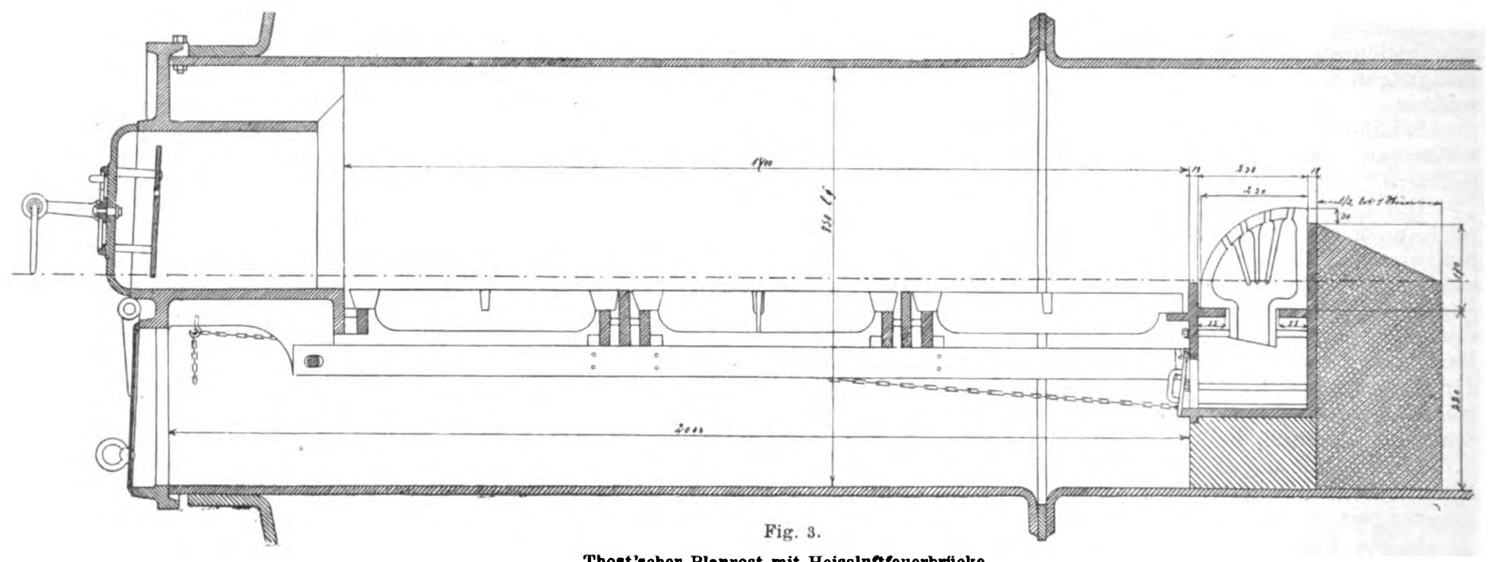


Fig. 3.
Thost'scher Planrost mit Heissluftfeuerbrücke.

an beiden Enden in einen kurzen Planrost übergeht. Die Neigung der beiden schrägen Rostflächen wird dem Böschungswinkel des Brennmaterials angepasst, so dass das Brennmaterial selbstthätig heruntersinkt, wenn es vom First des Rostes aufgegeben wird.

Die Beschickung des Rostes erfolgt mittels einer Mulde von ähnlicher Form, wie sie zur Beschickung der Retorten von Gasöfen verwendet wird. Diese Mulde wird mit Brennstoff gefüllt und mit dem vorn zugespitzten Ende gegen den Spalt der zweiteiligen Feuerthür G gestossen. Die beiden Hälften der Feuerthür können sich um einen gemeinsamen oben gelagerten Zapfen drehen und werden von der Muldenspitze selbstthätig zur Seite geschoben. Die Muldenspitze gleitet nun auf dem First des Rostes entlang und drängt die dort lagernde Kohle nach beiden Seiten abwärts. Ist die Mulde ganz eingeschoben, so wird sie nach der einen oder der anderen Seite des Rostes gewendet und entleert. Nach dem Herausziehen der Mulde fallen die beiden Hälften der Feuerthür G wieder zusammen. Zur Führung der Mulde sind vorn am First des Rostes gekrümmte Flächen angebracht.

In der Stirnplatte befinden sich vorn zwei Schürthüren H, die leicht geöffnet und geschlossen werden können. In den Schürthüren befindet sich oben je eine durch Glas verschlossene runde Beobachtungsöffnung. Ausserdem besitzen die Schürthüren einen vertikalen Spalt, durch den ein Schürhaken bequem eingeführt werden kann. Die Schürthüren können daher geschlossen gehalten werden, so dass das Eindringen kalter Luft in die Feuerung fast vollständig vermieden wird. Die sich bildenden Schlacken sinken, wenn sie leichtflüssig genug sind, selbstthätig auf die seitlichen Planroste nieder, oder werden mit dem Schürhaken heruntergestossen. Sie werden dann durch die Schürthüren H entfernt.

Die Vorteile der Cario-Feuerung bestehen darin, dass

infolge der Neigung der Rostflächen eine grössere Rostbreite im Flammrohr erzielt wird; ferner erleichtert die Beschickungsvorrichtung die Arbeit des Heizers; dieser ist in der Lage, selbst längere Roste gleichmässig zu beschicken, die mit der Wurfschaufel nur unvollkommen oder gar nicht bedient werden könnten. Durch die Feuerthür *G* kann ferner beim Beschicken nur wenig kalte Luft einströmen, ebenso beim Schüren; die Oekonomie des Be-

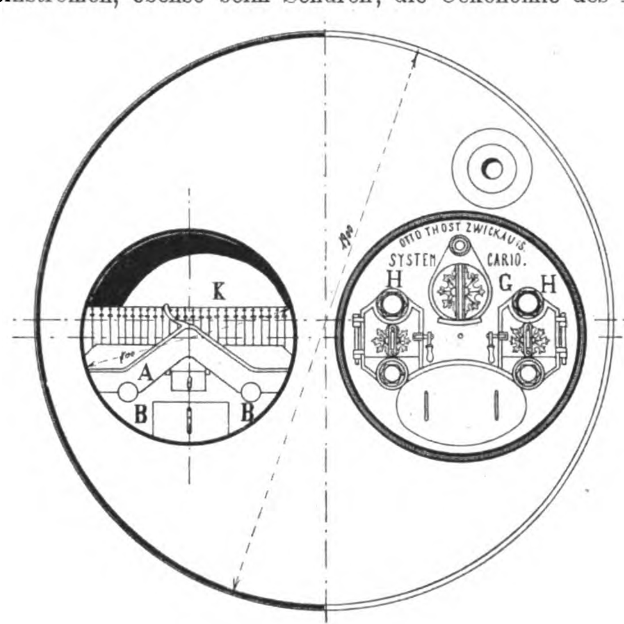


Fig. 2.
Cario-Feuerung von Otto Thost.

triebes wird infolgedessen erhöht. Die Rauchentwickelung ist nur mässig, da durch die gute Verteilung des frischen Brennstoffes keine so erhebliche Abschreckung der Feuerglut stattfindet. Die Vergasung der Kohle ist eine langsamere und gleichmässigere.

Eine zweckmässige Verbesserung hat die Cario-Feuerung durch die Kombination mit der Heissluft-Feuerbrücke von *Otto Thost* (D. R. P. Nr. 98089) erhalten.

Die Rauchbildung kurz nach der Beschickung ist bekanntlich auf die eintretende Temperaturverminderung im Verbrennungsraum und auf Luftmangel infolge der höheren

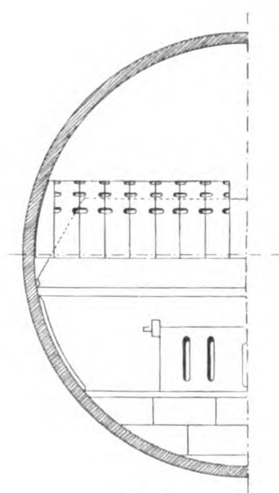


Fig. 4.
Thost'scher Planrost mit Heissluftfeuerbrücke.

Brennschicht zurückzuführen.

Wie oben nachgewiesen wurde, wird die Temperaturerniedrigung bei der Cario-Feuerung bereits erheblich beschränkt; es war daher auch noch wünschenswert, dem Luftmangel möglichst abzuhelfen. Das vielfach angewendete Mittel, nämlich das Aufreissen des Essenschiebers, kann nicht **als ausreichend angesehen werden, da hierdurch nur kalte Luft angesaugt wird, die selbst erwärmt werden muss, also**

Fig. 5.
Rauchverhütende Feuerung System Schulz-Knaudt.

Wärme verbraucht, und die Temperatur im Verbrennungsraume zunächst noch weiter vermindert. Auch gelangt die Luft meistens nicht dorthin, wo sie besonders nötig ist.

Besser ist daher die Luftzufuhr durch die Feuerbrücke, wie sie in den Fig. 1 und 2 dargestellt ist. Die Feuerbrücke besteht aus einem Gusseisenkasten *E*, der durch eine einstellbare Klappe mit dem Aschenraum in Verbindung steht. Ausserdem kann die Luft durch die beiden zur Stützung des Rostes dienenden Röhren *B* in den Kasten gelangen. Vorn bei *C* können die Röhren verschlossen bezw. eingestellt werden.

In den Luftkasten *E* werden oben roststabähnliche Teile *K* eingesetzt, welche derart mit Rippen versehen sind, dass sie in der Zusammensetzung spaltenartige Hohlräume bilden. Diese Feuerbrücke erhitzt sich und erwärmt daher die durch die Spalten strömende Luft stark vor.

Die Firma *Otto Thost* in Zwickau garantiert im allgemeinen gegenüber einfachem Planrost bei Anlage einer Cario-Thost-Feuerung eine um 10 % bessere Verdampfung und fast vollständig rauchfreien Betrieb.

Bestätigt wird die bessere Ausnutzung der Kohle mit der Cario-Thost-Feuerung auch durch die folgenden Verdampfungsversuche, welche an zwei nebeneinander liegenden Cornwall-Kesseln des *Städtischen Zentral-Schlacht- und Viehhofes zu Hannover* ausgeführt wurden.

Der eine der beiden Kessel war mit der Cario-Thost-Feuerung, der andere mit gewöhnlichem Planrost versehen. Zur Verbrennung gelangte Kohle der Zeche Victor. Das 15° C. warme Speisewasser wurde gemessen. Vor Beginn der Versuche wurde der Wasserstand und die Dampfspannung in beiden Kesseln festgestellt. Beide Kessel arbeiteten bei dem ersten Versuche mit vollgeöffneten Ventilen in die gemeinsame Dampfleitung. Beim zweiten Versuche war nur der eine Kessel mit der Cario-Thost-Feuerung im Betrieb. Die Zugstärke war für beide Kessel gleich eingestellt und betrug 9,5 bis 10 mm.

Die beiden Versuche sollten feststellen, ob die von der Firma *Otto Thost* in Zwickau angebotene Garantie einer um 10 % besseren Verdampfung und eines fast rauchfreien Betriebes erfüllt wurde.

Fig. 6.

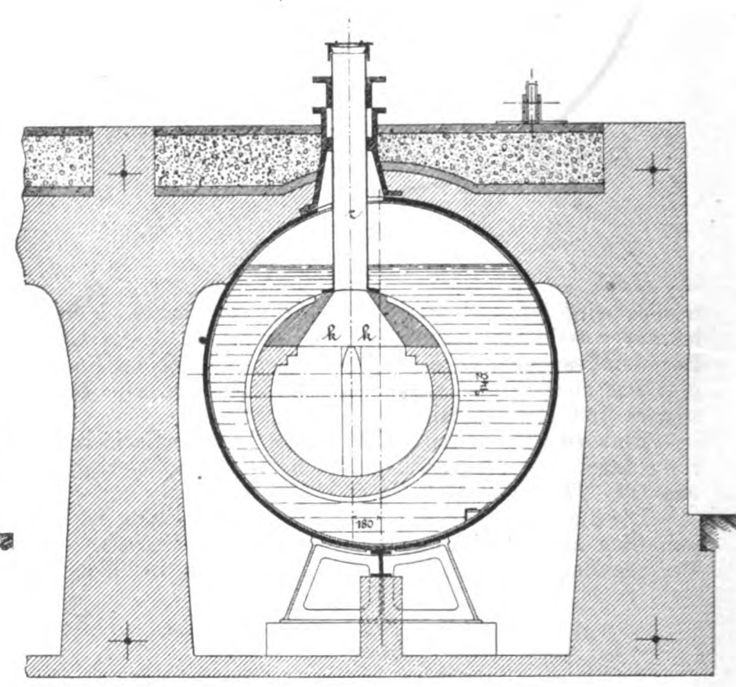


Fig. 7.

Rauchverhütende Feuerung System Schulz-Knaudt.

Bei der Bedienung dieser Vorrichtung zur sekundären Luftzufuhr ist zu berücksichtigen, dass der Luftbedarf mit der niederbrennenden Kohlenschicht abnimmt. Der Heizer hat daher nach der Beschickung die Regulierschraube *C* zu öffnen und dann *allmählich zu schliessen*, bis sich bei erneuerter Beschickung der Vorgang wiederholt.

Die ungünstigen Erfahrungen, die man früher mit ähnlichen Vorrichtungen machte, sind hauptsächlich darauf zurückzuführen, dass eine derartige Regulierung der sekundären Luftzufuhr fehlte und demnach bei bestimmten Stadien der Verbrennung eine übermässige Luftzufuhr erfolgte.

Während bei den früheren Ausführungen der *Thost*schen Feuerbrücke Gewölbe aus feuerfesten Steinen verwendet wurden, wird bei der neuesten Ausführung die Feuerbrücke aus möglichst widerstandsfähigem feuerfestem Gusseisen hergestellt. Der Ersatz des Steinmaterials durch Gusseisen ist auf die geringe Haltbarkeit der mit Kanälen durchzogenen Gewölbemauerungen zurückzuführen. Allerdings ist zu erwarten, dass auch die gusseiserne Heissluft-Feuerbrücke einem verhältnismässig raschen Verschleiss unterworfen sein dürfte. Die hierdurch entstehenden Kosten sind jedoch immerhin gering gegenüber den Ersparnissen, die sich mit der Cario-Thost-Feuerung erzielen lassen.

Die erzielten Ergebnisse sind in der folgenden Tabelle I zusammengestellt:

Tabelle I.

	Erster Versuch mit zwei Kesseln		Zweiter Versuch mit einem Kessel
	Planrost	Cario-Thost-Feuerung	Cario-Thost-Feuerung
Datum des Versuches	27. April 1900	27. April 1900	29. April 1900
Dauer des Versuches Std.	8	8	4
Heizfläche des Kessels . . . . . qm	90	90	90
Kohlenverbrauch in der Stunde . . kg	197	240	**243**
Verdampftes Wasser in der Stunde gesamt . . . . . „	1360	1870	**1943**
Verdampftes Wasser in der Stunde auf 1 qm Heizfläche „	15,1	20,8	**21,6**
Verdampftes Wasser auf 1 kg Kohle . „	6,9	7,79	**8**
Ersparnis gegenüber Planrost . . . %	—	11,4	**13,8**

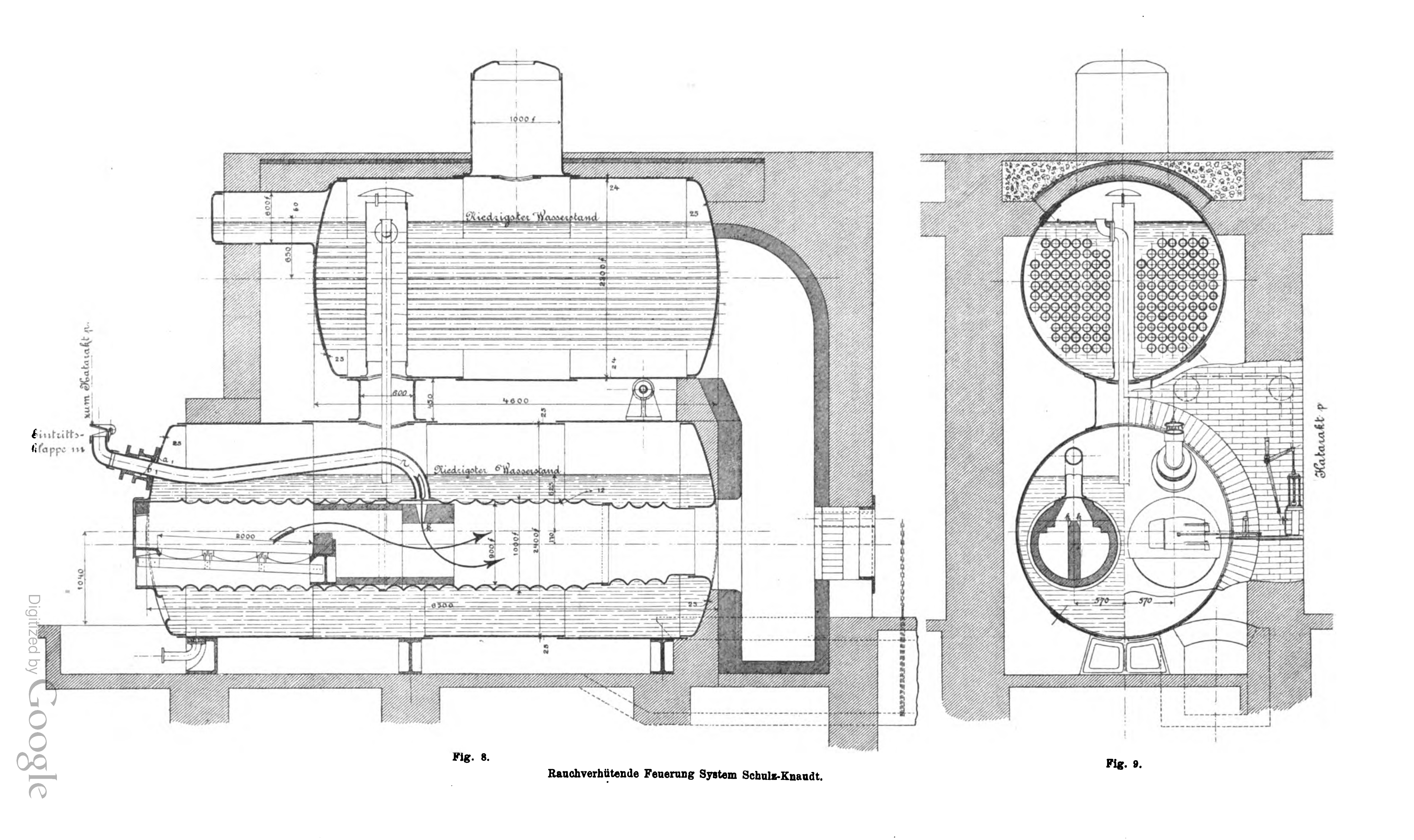


Fig. 8.

Fig. 9.

Rauchverhütende Feuerung System Schulz-Knaudt.

Am Schlusse der Versuche waren der Wasserstand und die Dampfspannung dieselben wie am Anfang.

Bezüglich der Rauchentwickelung war zu bemerken, dass beim Planrost nach dem Beschicken und beim Schüren starke Rauchbildung auftrat. Der Cario-Thost-Rost zeigte dagegen nur einen wenige Sekunden andauernden hellen dünnen Rauch nach jeder frischen Beschickung.

Nach diesen Ergebnissen der Versuche konnte die Garantie als vollständig erfüllt angesehen werden.

Die Cario-Thost-Feuerung ist natürlich nicht nur als Innenfeuerung in Flammrohren verwendbar, sondern kann auch als Unterfeuerung bei Wasserrohrkesseln u. dgl. angebracht werden.

Der Einbau der Cario-Thost-Feuerung in einen Flammrohrkessel kann bequem in einem halben bis einem Tage erfolgen, was besonders dort von Wichtigkeit ist, wo keine Betriebsunterbrechung eintreten darf. Der Einbau in eine Unter- oder Vorfeuerung beansprucht 2 bis 3 Tage.

Die *Thost*'sche Heissluftfeuerbrücke kann natürlich auch selbständig ohne Verbindung mit der Cario-Feuerung verwendet werden.

Die Fig. 3 und 4 zeigen die Benutzung der Feuerbrücke an einem Flammrohrkessel mit Planrost für *A. Borsig* in Tegel bei Berlin. Die Einrichtung ist nach dem Vorstehenden ohne weiteres verständlich.

Eine andere Feuerung mit sekundärer Luftzuführung ist die in den Fig. 5 bis 7 dargestellte rauchverhütende Feuerung System *Schulz-Knaudt* (D. R. P.). Diese Feuerung unterscheidet sich von ähnlichen derartigen Einrichtungen besonders dadurch, dass die vorgewärmte sekundäre Verbrennungsluft von oben durch eine Oeffnung innerhalb eines feuerfesten Gewölbes in die Feuerung eintritt. Durch diese Anordnung soll das Auflagern und Festbrennen von Flugasche an der Austrittsöffnung verhindert werden, so dass ein dauernd gutes Instandbleiben der Einrichtung gewährleistet wird.

Die sekundäre Verbrennungsluft tritt durch die Klappe *m* und durch das Rohr *r*, welches in den Kessel eingebaut ist, in das erhitzte Gewölbe ein, um bei *k* zu entweichen. Die Vorwärmung erfolgt daher teilweise durch die Dampf- und Wasserwärme des Kessels, teilweise durch die Gewölbewärme.

Um zu verhindern, dass Luft im Ueberschuss in die Feuerung eintritt, wird die Eintrittsklappe *m* durch einen mit der Feuerthür verbundenen Hebel beim Schliessen der Thür selbstthätig geöffnet, worauf sich unter der Einwirkung des Eigengewichts der Klappe *m* und eines Kataraktes *p* die Klappe wieder selbstthätig und allmählich schliesst. Die Zeitdauer für die Schlussbewegung kann, der Kohlensorte und dem Betriebszustande entsprechend, am Katarakt eingestellt werden.

Die Wirkung der sekundären Luftzuführung wird auf diese Weise unabhängig von der Aufmerksamkeit des Heizers gemacht.

Immerhin ist zu bedenken, dass die durch den Katarakt erzielte Regulierung der Luftzufuhr selten ganz genau dem Luftbedürfnis entsprechen wird, da sich der Betriebszustand ändert, indem bald mehr, bald weniger Dampf benötigt wird. Es muss dann entweder die Grösse der Beschickungsmenge, oder die Zeitdauer von einer bis zur nächsten Beschickung geändert werden. In beiden Fällen wird sich der Verbrennungsvorgang anders gestalten, so dass bei jeder Aenderung des Betriebszustandes auch eine neue Einstellung des Kataraktes notwendig wäre. Eine vollständige Unabhängigkeit von der Aufmerksamkeit des Heizers ist daher in Wirklichkeit nicht vorhanden, doch wird wenigstens unbedingt verhindert, dass die Klappe zeitweise ganz geöffnet bleibt, was einen nicht unerheblichen Luftüberschuss besonders für das Ende der Verbrennungsperiode ergeben würde. Der Vorteil dieser oder ähnlicher Vorrichtungen zur selbstthätigen Regulierung besteht hauptsächlich darin, dass bei zweckmässiger Einstellung und guter Beobachtung durch den Heizer die Luftzuführung wenigstens *durchschnittlich* dem Luftbedürfnis angepasst werden kann, so dass grössere Verluste durch zu bedeutenden Luftüberschuss vermieden werden können.

Während die Fig. 5 bis 7 den Einbau der Feuerung in einem Seitwellrohrkessel der Firma *Schulz-Knaudt* darstellen, geben die Fig 8 und 9 die Feuerung an einem kombinierten Kessel mit zwei Flammrohren und Feuerröhren wieder. Das Rohr *r* ist hier durch den unteren Kessel nach vorn geführt; sonst ist nichts Besonderes zu erwähnen.

Nicht selten macht sich beim Dampfkesselbetrieb der Uebelstand bemerkbar, dass der Schornsteinzug unzureichend wird.

Gewöhnlich kommen zwei Ursachen in Betracht. Entweder ist der Dampfverbrauch durch Betriebserweiterungen gestiegen, ohne dass die Kesselanlage vergrössert werden konnte, oder man suchte an Stelle des bisher verwendeten Brennstoffes ein anderes, minderwertiges, aber billigeres Material zu verfeuern. In beiden Fällen muss auf dem Rost eine grössere Brennstoffmenge verbrannt werden, so dass der bisher ausreichende Schornsteinzug leicht unzureichend werden kann. Man hilft sich dann durch künstliche Luftzufuhr, indem man gewöhnlich mittels Dampfstrahl die notwendige Luftmenge ansaugt und unter den Rost presst. Eine solche Einrichtung zeigen die Fig. 10 und 11, welche die von *Otto Thost* in Zwickau für die *Städtische Gasanstalt Plauen i/V.* ausgeführte Dampfstrahl-Unterwindfeuerung darstellen. Der Dampfstrahl tritt bei *A* in den allseitig abgeschlossenen Aschenraum *B* ein.

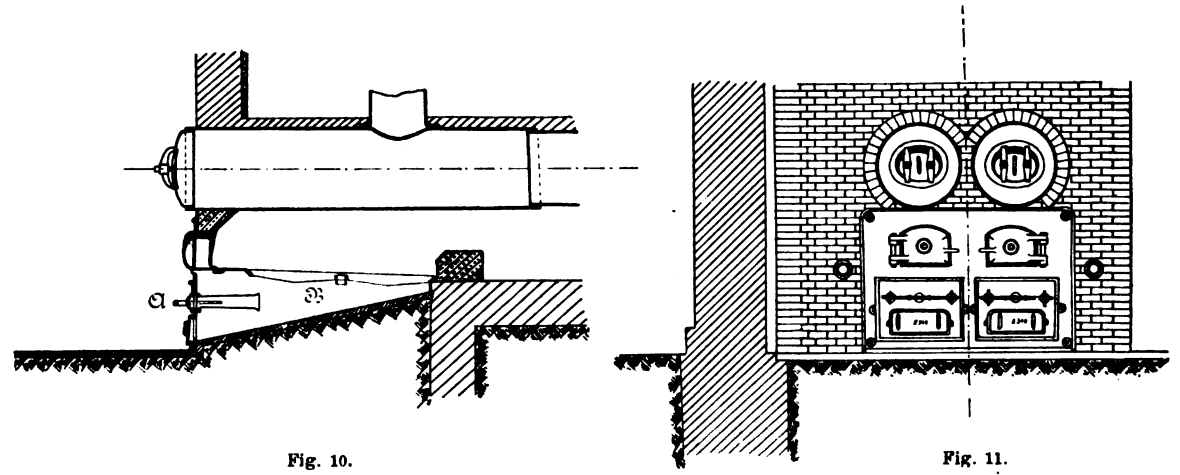


Fig. 10. Fig. 11.

Dampfstrahl-Unterwindfeuerung von Otto Thost.

Bei der Beurteilung derartiger Feuerungen muss der Dampfverbrauch des Dampfstrahlgebläses in Rechnung gezogen werden. Immerhin vermag die Vorrichtung von Nutzen zu sein, besonders wenn ein sonst fast wertloses Brennmaterial, z. B. Coaksabfälle o. dgl., verwertet werden kann.

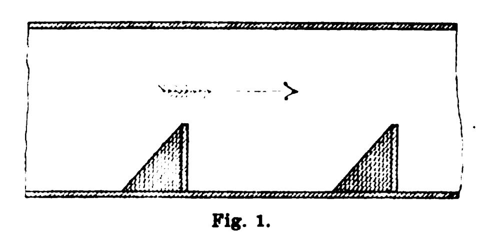
(Fortsetzung folgt.)



Der Plansichter der Deutschen Mühlen- und Bäckereigesellschaft nach System Schweitzer.

Unter den neueren Sichtvorrichtungen nimmt unstreitig der Plansichter die erste Stelle ein. Er sichtet eigentlich allein theoretisch richtig, indem das Sichtgut senkrecht auf der horizontalen Sichtfläche ruht, also mit der vollen Schwerkraft durch die Maschen des Gewebes oder der Bespannung sich zu drücken sucht. Bei allen anderen Sichtvorrichtungen ist die Sichtfläche mehr oder weniger geneigt gegen den Horizont, und die Maschen der Bespannung zeigen nicht den vollen Querschnitt, sondern nach der geneigten Seite nur die horizontale Projektion. Namentlich sind die Plansichter vorzüglich für ein Sichtgut aus hartem oder trockenem Getreide.

Wenn auch anfangs der Erfolg in Bezug auf die Sichtarbeit ein sehr befriedigender war, so war doch die kon-


Fig. 1.

struktive Durchführung noch nicht entsprechend, und erst, nachdem in dieser Beziehung viele praktische Erfahrungen gesammelt wurden, kann der Plansichter auch in dieser Beziehung als gelungen bezeichnet werden.

Trotzdem ist der Konstrukteur sowohl, als auch der praktische Müller bestrebt, den Plansichter weiter zu verbessern und sind hier einige solche Fortschritte, welche durch den technichen Betriebsleiter der *Deutschen Mühlen- und Bäckereigesellschaft, Louis Graf*, erzielt wurden, zu verzeichnen.

Diese Fortschritte beziehen sich auf die sogen. Förderleisten, auf den Rundgang des Putzgutes und auf die Unterstützung des Plansichtes zu einer stehenden Anordnung.

Es sei zuerst die Anordnung der Förderleisten besprochen.

Die Förderleisten an Plansichtern bezwecken, das Sichtgut über die Sichtfläche gleichmässig zu führen und besteht ihre Funktion darin, die kreisende Bewegung des Sichtgutes an der nötigen Stelle zu unterbrechen, damit sie in eine fortschreitende umgewandelt wird. Dieses geschah bei den ersten *Haggenmacher*'schen Konstruktionen durch rechtwinklige, an den Seitenwänden des Plansichters befestigte Brettchen, wie durch die Fig. 1 dargestellt wird. Dadurch entsteht aber ein toter Winkel, welcher in der Fig. 1 doppelt schraffiert ist, in welchem sich das Sichtgut aufstaut. Es wird wohl durch das nachfolgende Sichtgut wieder herausgedrückt, doch hält es sich immerhin eine kurze Zeit auf, und die Bewegung desselben ist eine langsame.

Wenn der Plansichter plötzlich stillsteht, so kann man sich vom Aufstauen des Sichtgutes im toten Winkel überzeugen.

In dieser Beziehung können wohl die Förderleisten der Plansichter genannter Gesellschaft als eine wesentliche Verbesserung begrüsst werden. Durch die in Fig. 3 dargestellten Leisten sind alle toten Winkel vollständig vermieden. Das daran stossende Sichtgut wird sich dort nach einer Schleife bewegen und kann sich nicht anstauen.

Durch diese Schleife wird auch die beabsichtigte Vorwärtsbewegung des Sichtgutes sehr gefördert und dadurch die Leistung des Plansichters wesentlich erhöht. Es hat sich auch bei einem plötzlichen Stillstande des Plansichters gezeigt, dass kein Sichtgut an den Förderleisten sich aufgestaut hat, nicht höher als auf den übrigen Flächen des Plansichters. Es geht also das Sichtgut an den Förderleisten ebenso rasch vorbei, als an der freien Fläche.

Bekanntlich werden dem Sichtgute grobe Körner, als scharf gereinigter Weizen, Körner vom Johannisbrot, Tellerlinsen, kleine linsenförmige Holzscheiben u. s. w. mitgegeben. Diese sollen durch ihre grössere lebendige Kraft die Seidenbespannung des Plansichters in Bewegung und damit die Maschen offen halten. Diese Beigaben haben deshalb den Namen Putzgut erhalten. Dieses macht denselben Weg wie dasjenige Sichtgut, welches infolge seiner Grösse nicht durch die Maschen der Bespannung fallen konnte. Kommt es nun am Ende an, so muss es zurückgeführt werden, damit es seine Thätigkeit wieder beginnen

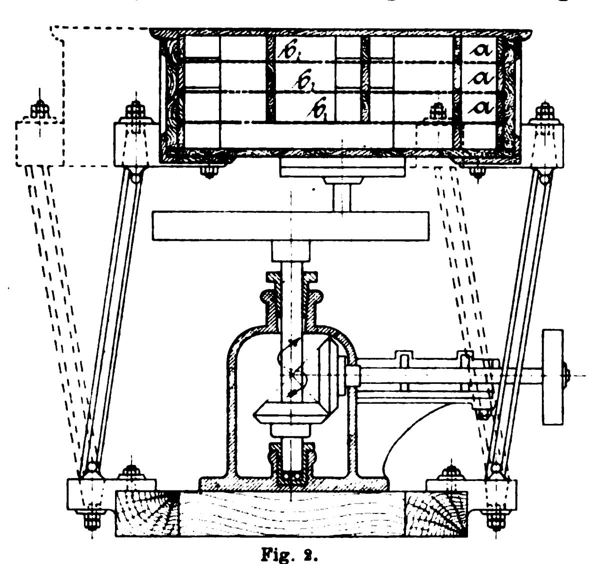


Fig. 2.

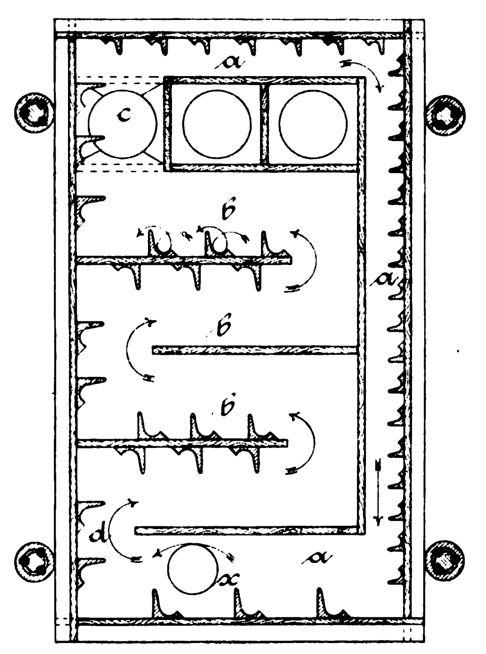


Fig. 3.

kann. Dazu werden manchmal kleine Elevatoren, Wandelschuren und andere Vorrichtungen benutzt, welche den Plansichter nicht einfach machen, sondern ihn komplizieren.

Auch diese genannten Vorrichtungen wurden durch die *Graf*'schen Verbesserungen entbehrlich gemacht. Derselbe ordnet auf jeder Siebfläche einen besonderen Gang für das Putzgut an. Dieses kann nun den Weg mit dem Sichtgute machen und dort, wo der Uebergang des Siebes durch die Oeffnung (siehe Fig. 3) die Sichtfläche verlässt, wird es seinen Weg fortsetzen, da die Oeffnung mit einem Gewebe versehen ist, welches wohl das Sichtgut, nicht

aber das Putzgut austreten lässt. Das Putzgut bewegt sich durch den Förderkanal für das Putzgut a in der Pfeilrichtung, bis es bei x wieder zum Sichtgute kommt. Nun kann es seine Wirksamkeit von neuem bethätigen. Der Förderkanal a ist erheblich schmäler, als die Kanäle für Sichtzwecke, welche mit b bezeichnet sind, aber ebenso mit den patentierten Förderleisten ausgestattet, nur enger, damit das Putzgut möglichst rasch sich bewegt.

Schliesslich ist noch die Art der Unterstützung des Plansichters zu besprechen.

Während alle anderen Konstruktionen von Plansichtern, mit alleiniger Ausnahme der sogen. Eckstützen von *Konegen*, aufgehängt sind, sei es an der Decke des betreffenden Geschosses oder an besonderen gusseisernen Säulen, ist die hier behandelte Ausführung von den vier Ecken durch elastische Stäbe unterstützt, wie Fig. 2 zeigt. Dadurch wird die Bewegung des Plansichters nach abwärts übertragen und kann nicht die Erschütterungen hervorbringen, als wenn die Bewegung durch einen Hebelarm auf den Fussboden oder auf die Decke übertragen wirkt. Das Gebäude wird einer geringeren Erschütterung ausgesetzt sein. Ausserdem wird die ganze Maschine kompendiöser und der Gang erleichtert. Ebenso ist die Aufstellung ganz wesentlich vereinfacht.

Der Antrieb des Plansichters kann entweder durch geschnittene konische Räder nach Fig. 2 geschehen, oder durch halbgeschränkten Riemen. Auf die Konstruktion selbst übt dieser verschiedene Antrieb keinen Einfluss aus. Die Ausbalanzierung der schwingenden Massen, die Anordnung des Kurbelzapfens u. s. w. sind so wie sie sich bei den übrigen Plansichterkonstruktionen herausgebildet haben und bieten deshalb nichts von Belang.

Ueber eine neue Methode des Entbastens der Seide und gleichzeitigen Mercerisierens der Baumwolle[1].

Von Prof. **Eduard Hanausek.**

Die *Badische Anilin- und Sodafabrik* in Ludwigshafen a. Rh. hat auf Grund eines neuen Degummierungsverfahrens (einer neuen Entbastungsmethode) die gleichzeitige Appretur von Baumwollgarnen und gemischtseidenen Zeugen zur Durchführung gebracht[2]).

Das Entbasten der Rohseide mit Aetzalkalien ist im allgemeinen gefährlich, weil die Fasern selbst angegriffen werden. Man glaubt nun durch einen Zusatz von Glukose zur Aetzalkalilösung die Methode gefunden zu haben, weil angeblich diese Flüssigkeit den Bestand des Fibroïns nicht gefährdet und nur das Sericin in Lösung nimmt. Allerdings entsteht dabei keine Bastseife. Wenn letztere gewonnen werden soll, dann nimmt man eine mit Wasser verdünnte Glukoselauge, so dass der Seidenleim nur erweicht, und schliesslich die Seide durch Kochen mit Seife nach etwa 5 bis 10 Minuten degummiert wird. Die Behandlung von Geweben aus Gespinsten von Seide und Baumwolle mit Glukoselauge bedingt ein Mercerisieren der Baumwollgarne, ohne dass eine Schrumpfung bezw. eine wesentliche Verkürzung der Baumwollhaare eintritt. Dieses kombinierte Verfahren der Entbastung und Mercerisierung der baumwoll-seidenen Gewebe geschieht in der Weise, dass diese Gewebe etwa 5 bis 10 Minuten lang in ein Bad von 700 Teilen Natronlauge von 40° Bé., 200 Teilen Wasser und 300 Teilen Glukose gebracht, dann gewaschen und abgewässert werden. Dadurch werden einerseits die Seidenfäden glänzender, während andererseits die baumwollenen Fäden einen lebhaft-seidigen Glanz annehmen können, und so dem Gewebe im ganzen der Charakter eines rein seidenen Zeuges erteilt wird.

Die genannte Firma hat mir freundlichst einige Proben solcher Fabrikate überlassen, welche einer näheren Prüfung unterzogen wurden. Die vorgelegten Proben sollen der Reihe nach mit I, II, III und IV bezeichnet werden.

Probe I ist ein Satin aus Rohseide und Baumwolle — im Handel als Halbseide-Satin roh K bezeichnet — von gelblicher Farbe, seidigem Glanz, aber ohne krachenden Griff.

Probe II in der Bindung und nach den Garnfäden gleich der Probe I, aber mit Seife gewaschen, weshalb die Rohseide entbastet erscheint. Der Glanz ist erheblich höher als bei Probe I, die Farbe weiss; das Gewebe geschmeidiger, sanfter, jedoch ohne krachenden Griff.

Probe III ist nach der Glukose-Natron-Entbastungsmethode behandelt, nämlich in ein Bad von 700 Teilen Natronlauge von 40° Bé., 200 Teilen Wasser und 300 Teilen Glukose gebracht, dann gewaschen, abgesäuert und abgewässert. Das ungefärbte Gewebe hat einen höheren Glanz als I und II, die Griffigkeit ist milder, aber nicht krachend, und die Dichtigkeit nicht geringer als wie die in den letzteren Proben.

Probe IV ist ein kreppartiges Gewebe, das nach demselben Verfahren wie die Probe III behandelt wurde; es zeigt eine faltigrunzlige, schrumpfige Oberfläche und entspricht sonst im äusseren Ansehen der Garne der Probe III.

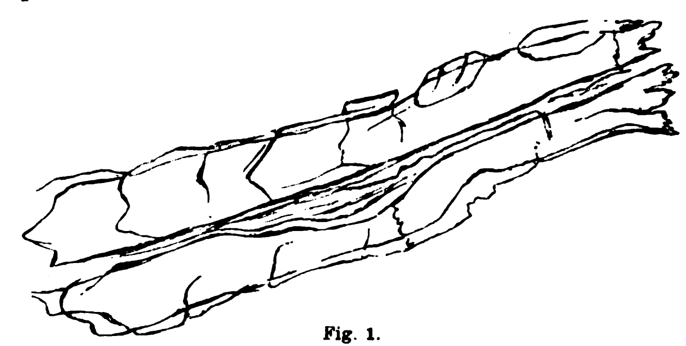


Fig. 1.
Rohseide mit Sericinhülle aus der Probe I.

Die Identität dieser Originalmuster ist auf Grund der Angaben der Fabrik sichergestellt.

Zunächst wurden die Fasern der Probe I mikroskopisch und mikrochemisch untersucht, die in ihrer Struktur, abgesehen von den mechanischen Verletzungen infolge des Spinn- bezw. Webprozesses, keine materiellen Veränderungen erfahren konnten. Die Feststellung dieser morphologischen und histologischen Verhältnisse der Fasern bietet die Grundlage, um diejenigen Eingriffe klarzulegen, welche durch die besonderen chemischen und eventuell mechanischen Appreturen an den Fasern der Proben II, III und IV stattgefunden haben.

Probe I.

Der einfache Seidenfaden in der Kette zeigt das Bild einer reichlich mit Sericin behafteten Rohseide (Fig. 1). Die Durchschnittsbreite beträgt 21 μ.

Die Baumwollhaare des Schussfadens erschienen durch den Spinnprozess wenig demoliert (Fig. 2a, b, c), nur die

[1]) *Jahresbericht der Wiener Handelsakademie*, 1900 S. 133.
E. Hanausek: „Ueber Mercerisierung und Deformation der Baumwolle (Natronbaumwolle)“ in *Mitteilungen des Laboratoriums für Warenkunde an der Wiener Handelsakademie*, Jahresbericht 1897, und *D. p. J.* 1897 **306** 19.
E. Hanausek: „Ueber mercerisierte Baumwolle“, *D. p. J.* 1897 **310** 10.
E. Hanausek und *R. Zaloziecki*: „Ueber appretierte mercerisierte Baumwolle“, *D. p. J.* 1897 **307** 180.

[2]) *Chemiker-Zeitung*, Cöthen 1899 S. 1086.

Cuticularschicht war streifig-faltig (*a*) oder mehrfach zerklüftet (*c*) und auch körnelig (*b*). Die geringe Deformation

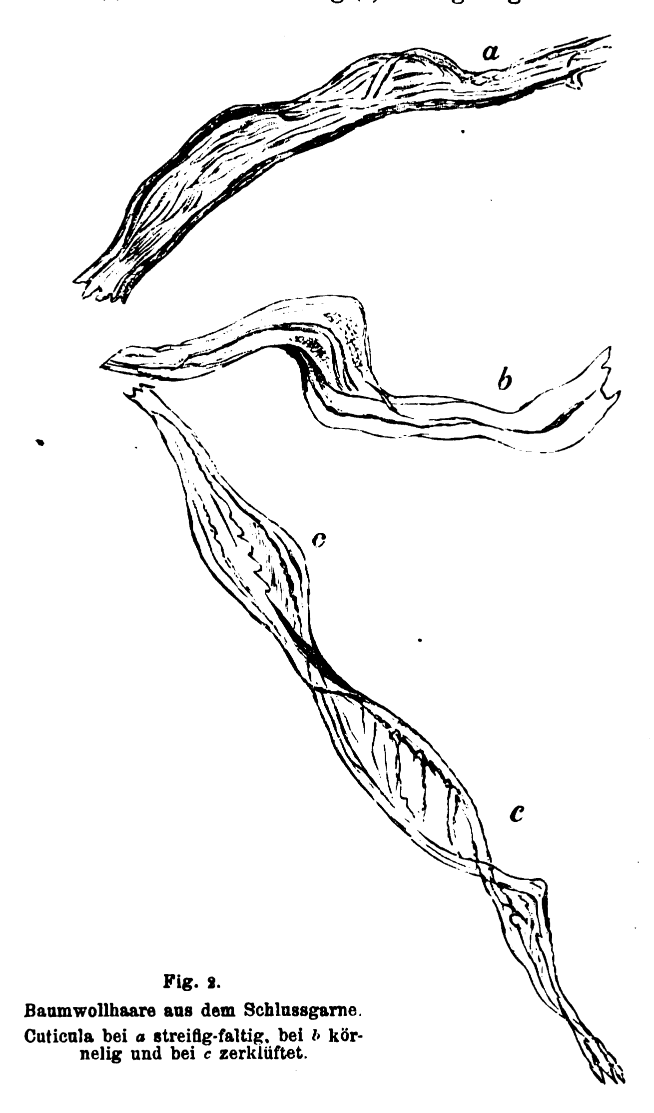


Fig. 2.
Baumwollhaare aus dem Schlussgarne.
Cuticula bei *a* streifig-faltig, bei *b* körnelig und bei *c* zerklüftet.

deutet auf eine schwache Torsion hin, denn stark gedrehte Garne haben in den äusseren Lagen des Fadens auffallende

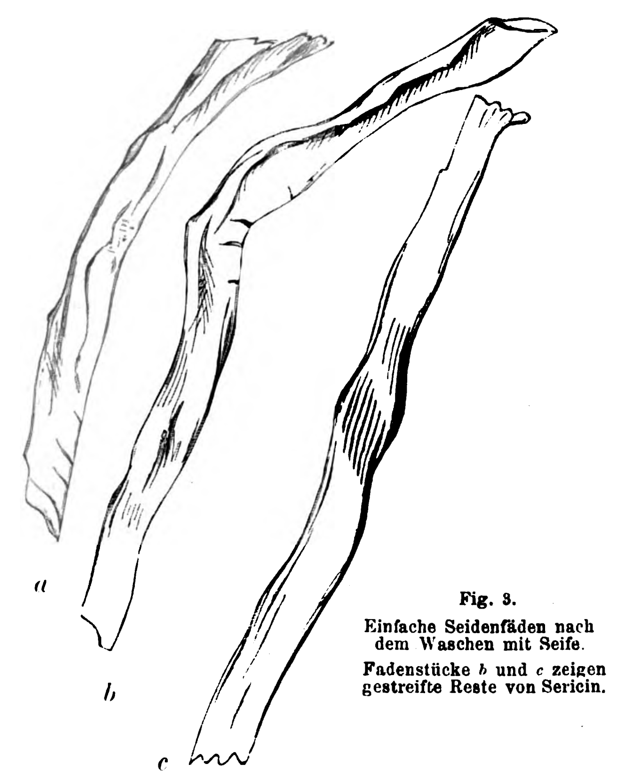


Fig. 3.
Einfache Seidenfäden nach dem Waschen mit Seife.
Fadenstücke *b* und *c* zeigen gestreifte Reste von Sericin.

Demolierungstypen [vgl. „Ueber Mercerisierung und Deformation der Baumwolle (Natronbaumwolle)" in *Mitteilungen aus dem Laboratorium für Warenkunde der Wiener Handelsakademie*, Jahresbericht 1897]. Die mittlere Breite der Baumwollhaare war 23 μ.

Probe II.

Die Seide wurde in diesem Zeug durch die Behandlung mit Seifenwasser degummiert, was sofort durch die von der Sericinhülle zum Teile blossgelegten Seidenfäden

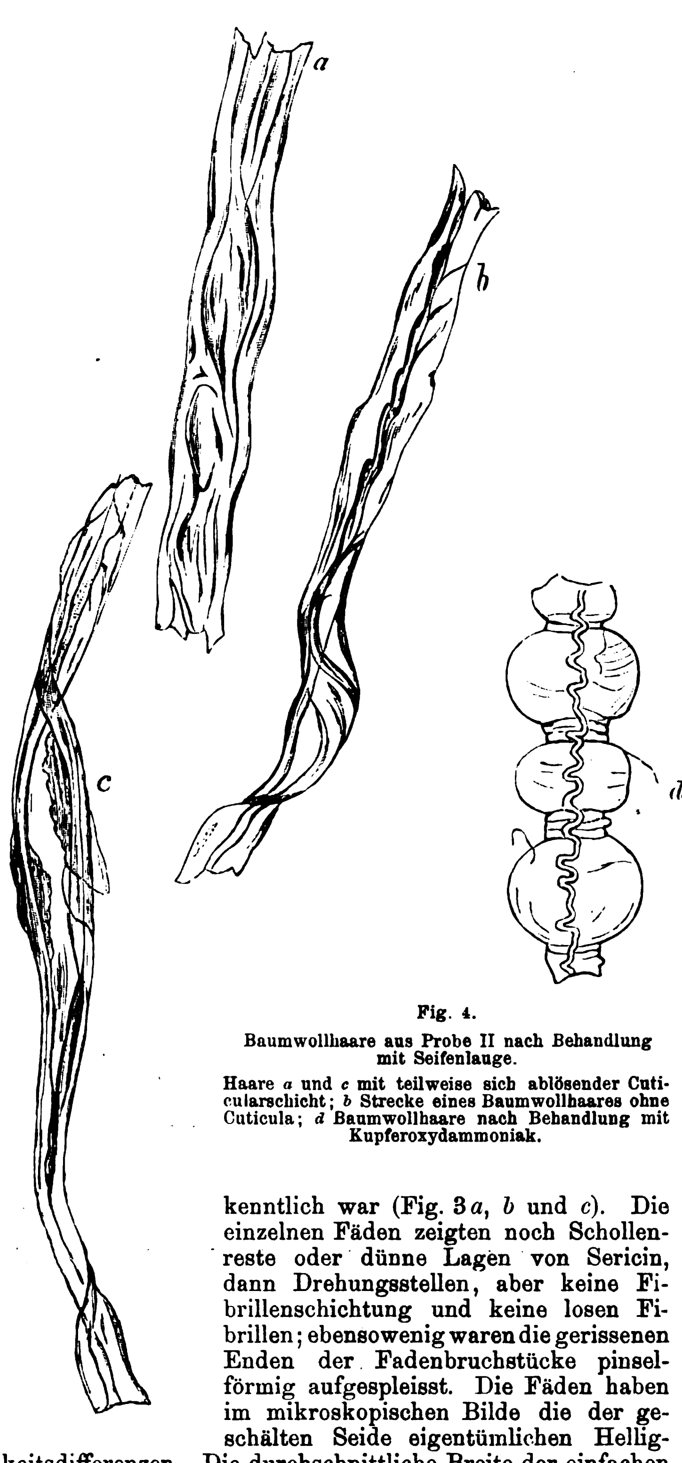


Fig. 4.
Baumwollhaare aus Probe II nach Behandlung mit Seifenlauge.
Haare *a* und *c* mit teilweise sich ablösender Cuticularschicht; *b* Strecke eines Baumwollhaares ohne Cuticula; *d* Baumwollhaare nach Behandlung mit Kupferoxydammoniak.

kenntlich war (Fig. 3*a*, *b* und *c*). Die einzelnen Fäden zeigten noch Schollenreste oder dünne Lagen von Sericin, dann Drehungsstellen, aber keine Fibrillenschichtung und keine losen Fibrillen; ebensowenig waren die gerissenen Enden der Fadenbruchstücke pinselförmig aufgespleisst. Die Fäden haben im mikroskopischen Bilde die der geschälten Seide eigentümlichen Helligkeitsdifferenzen. Die durchschnittliche Breite der einfachen Fäden war 17 μ.

Die Baumwollhaare der Fäden in der Probe II entsprachen nach ihrer mechanischen Textur annähernd denen der Probe I, allein in ihrer Oberflächenbeschaffenheit konnten cuticulare Veränderungen wahrgenommen werden (Fig. 4). Die Cuticula fehlte (Fig. 4*b*) oder erschien teilweise losgeschält (Fig. 4*a* und *c*). Die Reaktion mit frischem Kupferoxydammoniak ergab aber die bekannte tonnenförmige Quellung (Fig. 4*d*), die ringförmige Einschnürung und die Bildung des charakteristischen faltigen und engen Innen-

schlauches im Haare. Die Breite der Baumwollhaare in der Probe II war im Mittel 22 μ.

Probe III.

Die Entschälung der Seide nach der Glukose-Natron-Entbastungsmethode kommt auch in der Struktur des Seidenfadens zum Ausdrucke. Die so behandelten Seidenfäden haben auffallend weniger Reste von Sericin, als die Seidenfäden der Probe II; während aber letztere ohne Maceration mit Chromsäure keine fibrillöse Struktur zeigten, hatten erstere eine merkliche Fibrillentextur, die weniger in einer Streifung, sondern mehr in einer fädigen Schälung auftritt (Fig. 5). Einzelne Fäden (Fig. 5*a*) hatten Knickungs- und Quetschstellen. Die Breite der Fäden betrug im Mittel 15 μ; einzelne Fibrillenfäden 0,3 bis 0,6 μ.

Die in der Entbastungsflüssigkeit enthaltene Natronlauge wirkt mercerisierend auf die Baumwollhaare, welche

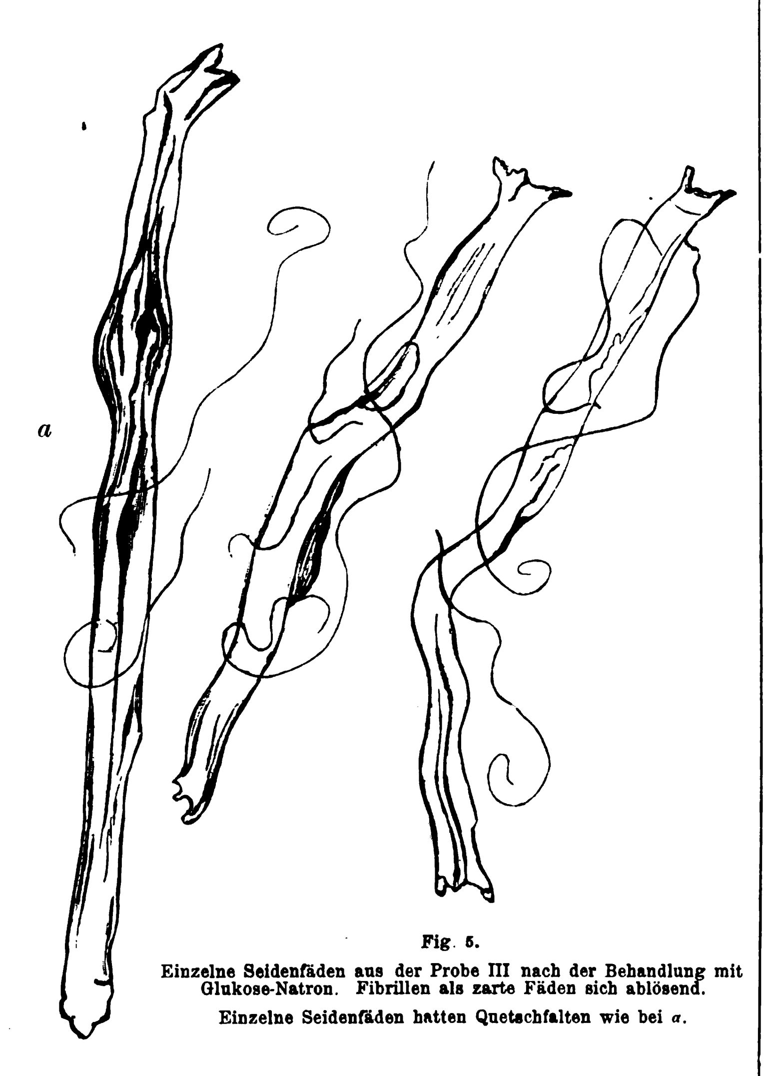


Fig. 5.
Einzelne Seidenfäden aus der Probe III nach der Behandlung mit Glukose-Natron. Fibrillen als zarte Fäden sich ablösend.
Einzelne Seidenfäden hatten Quetschfalten wie bei *a*.

in der That in ihrem Verhalten gleich dem einer mercerisierten Baumwolle waren. Die Haare erschienen gestreckt, schlaff, nur an kurzen Strecken korkzieherartig gewunden, manchmal an der Oberfläche streifig, im ganzen massig, knorrig (Fig. 6*a* und *c*) oder wulstig, weitlumig (Fig. 6*b*), auch englumig oder scheinbar ohne Lumen und nach dem Längsverlaufe und der Breitseite mit Quetschfalten (Fig. 6*b*). Die Baumwollhaare der Probe III sind von den unter Spannung mercerisierten Haaren durch die weniger wulstigen Formen und einigermassen durch das Verhalten im Kupferoxydammoniak verschieden. Die Anquellung ist gedrängt tonnenförmig (Fig. 7*a*), cylindrisch eingeschnürt (Fig. 7*b*) oder schief gedrängt spiralig (Fig. 7*c*); der Innenschlauch geradlinig, nicht faltig.

Die Quellungsformen können, der obigen Reihe entsprechend, ineinander übergehen. An den Einschnürungen sind zeitweilig Cuticularringe zu sehen.

Die Breite der in Wasser präparierten Baumwollhaare aus den Fäden der Probe III war durchschnittlich 19 μ.

Probe IV.

Die Erscheinungen an den Seidenfäden sind im ganzen dieselben wie in Probe III, nur kommen zahlreiche Fäden mit teilweise losgelösten Fibrillen vor (Fig. 8).



Fig. 6.
Mercerisierte Baumwollhaare aus Probe III.
c knorrige, *b* weitlumige, *d* und *e* englumige Formen; bei *b* Querrisse und Quetschfalten.

Die Baumwollhaare haben die gleichen Eigenschaften, wie bei der Probe III angegeben wurde.

Vergleichung der Resultate.

Die mit Seifenwasser degummierte Seide ist sericinreicher und zeigt ohne Reaktion keine fibrillöse Textur

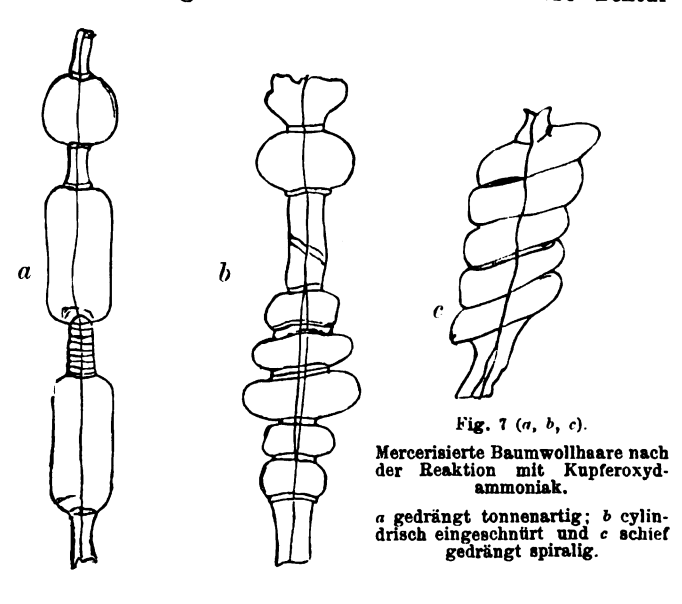


Fig. 7 (*a*, *b*, *c*).
Mercerisierte Baumwollhaare nach der Reaktion mit Kupferoxydammoniak.
a gedrängt tonnenartig; *b* cylindrisch eingeschnürt und *c* schief gedrängt spiralig.

und keine losen Fibrillen. Der Schwund nach der Breite erreicht etwa 20 %.

Die mit Glukose-Natron entbastete Seide enthält nur wenig Reste von Sericin und zeigt an der Oberfläche der Fäden zeitweilig die Fibrillenstruktur, dann teilweise noch

anhaftende und immer frei vorkommende Fibrillen. Einzelne Fäden erscheinen mit Quetsch- und Knickungsstellen. Der Schwund nach der Breite beträgt etwa 30 %.

Die durch Glukose-Natron behandelten Baumwollhaare haben die typischen Eigenschaften der mercerisierten Baumwollhaare. Die Schrumpfung nach der Breite beträgt gegenüber der unveränderten Haare in der Probe I zu denen mit Seifenlauge gewaschenen in der Probe II bezw. mit Glukose-Natron appretierten Fasern in Probe III etwa 4 bezw. 16 %.

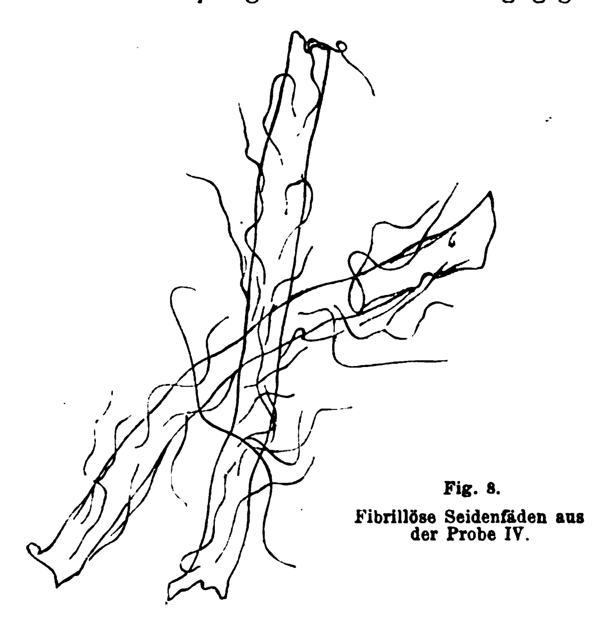


Fig. 8.
Fibrillöse Seidenfäden aus der Probe IV.

Festigkeitsprüfung.

Die Proben I, II, III und IV wurden mit dem Dasymeter von *Horack* auf die Bruchbelastung der Seiden- und der Baumwollgarne in mehreren Versuchsreihen geprüft. Die eingespannten Streifen waren 10 cm lang und 0,5 cm breit.

Die Resultate sind in Mittelwerten folgende:

Die Bruchbelastung der Seidenfäden war in Gramm: Probe I 158,7, Probe II 171,1, Probe III 143,7 und Probe IV 121,5; die respektiven Bruchdehnungen in Millimeter: 16,0, 20,3, 16,6 und 15,4.

Die Bruchbelastungen der Baumwollfäden ergaben in Gramm bei der Probe I 275, Probe II 319, Probe III 414,3 und bei der Probe IV 377,7; bezw. die Bruchdehnungen in Millimeter: 7, 7,5, 12 und 9,5.

Aus diesen Ermittelungen geht hervor, dass einerseits die Festigkeit der Seidenfäden in II um 7,7 % zunimmt, in III und IV um 9,4 und 23,5 % geringer wird, dass aber andererseits die Bruchbelastungen der Baumwollgarne in II, III und IV um 16, 50,6 bezw. um 37,4 % zunehmen. Die relativ minderwertigsten Resultate zeigt nach allen Richtungen die Probe IV.

Die Mercerisierung der Baumwolle kompensiert durch ihre Erhöhung der Festigkeitswerte ganz wesentlich die in Probe III herabgeminderte Bruchbelastung der Seide, indem hier dem Minus von 9,4 % eine Zunahme der Festigkeitswerte der Baumwolle von 50,6 % entgegensteht.

Die in Rede stehende Entbastungsmethode bietet bemerkenswerte Resultate; eine Ausgestaltung des Verfahrens dürfte vielleicht noch zu manchen günstigen Ergebnissen führen.

Die nach dem Verfahren von *Thomas und Prevost* in Aufschwung gekommene Mercerisierung der Baumwolle gewinnt immer mehr an Bedeutung und Ausbreitung, so dass sich mannigfache Bestrebungen geltend machen, dieses Prinzip in irgend welcher Art als Appret u. dgl. in Anwendung zu bringen.

Die nachfolgenden Daten zeigen die neueren Versuche auf diesem Gebiete.

J. Wilde in Berlin (D. R. P. Nr. 110184)[3]) behandelt die Faser vor der Mercerisation mit Türkischrotöl oder mit einem anderen, nach Einwirkung von Schwefelsäure veränderten Pflanzenöle. Wenn Türkischrotöl genommen wird, so nimmt man davon eine 20- bis 50 %ige Lösung, imprägniert damit die Pflanzenfaser im kalten oder warmen Zustande und bringt diese schliesslich abgepresst in ein kaltes Bad von Natronlauge von 36 bis 40° Bé. Sobald das Produkt ein pergamentartiges Aussehen erhalten hat, wird dasselbe in glycerinhaltigem Wasser (20 bis 30 g Glycerin auf 1 l Wasser) kalt abgespült und dann wie gewöhnlich behandelt. Dieser Vorgang soll das sonst notwendige Spannen umgehen lassen, allein die so mercerisierten Waren haben einen geringeren Seidenglanz.

Nach anderen Mitteilungen ist die Anwendung von Türkischrotöl beim Färben gewöhnlich mercerisierter Stückware mit direkt ziehenden Baumwollfarbstoffen nicht anzuraten, was also auch in Bezug auf die nach obiger Methode mercerisierten Waren zu beachten wäre.

F. Vanoutryve und Co. in Roubaix (Frankreich) wollen den gespannten mercerisierten Waren vor dem Spulen durch ein Dämpfen unter 4 at Druck einen haltbaren Seidenglanz geben (D. R. P. Nr. 109937)[4]).

F. W. Scheulen in Unter-Barmen (D. R. P. Nr. 109607)[3]) führt entschlichtete und vom Spinnöle befreite Waren aus Baumwolle, Wolle oder Tussah-Seide über zwei Porzellan- oder Aluminiumwalzen 2 bis 5 Minuten lang durch ein Salpetersäurebad (von 42 bis 47° Bé. für Baumwolle, von 35° Bé. für Wolle und Tussah-Seide), worauf das Auswaschen folgt. Das Eingehen der Fasern wird durch das Walzen verhindert, so dass, ungeachtet die freie Faser bis 15 % einschrumpfen würde, durch den Walzendruck sogar eine 5 %ige Streckung eintritt. Die nitrierten Fasern haben einen hohen Seidenglanz, einen krachenden Griff und lassen sich noch besser als mercerisierte Fasern beizen und färben.

Mercerisierte Gewebe mit Ripsbindung, zu zwei Stücken übereinander gelegt und in geeigneter Weise in einer Presse kalt oder warm behandelt, bekommen ein dem echten Seidenmoiré vollkommen gleich glänzendes Aussehen.

Die Mercerisation gewährt, wie früher erwähnt wurde, eine Erhöhung der Festigkeit und damit auch eine grössere Dauerhaftigkeit der Waren, während bis jetzt die Seidenimitationen durch „Kunstseiden" nur beschränkte Anwendung gestatten und selbst in solchen Fällen noch die Konkurrenz mit anderen textilen Produkten aufnehmen müssen.

E. Lewy (*Lehne's Färbezeitung*, 1900 S. 135, und *Brünner Monatsschrift für Textilindustrie*, 1900 Nr. 9 S. 156, und *Chemiker-Zeitung*, Repertorium 1900 Nr. 18 S. 163) berichtet über die Einführung der Kunstseide (Chardonnetseide) im Besatzartikel (Litzen und Soutaches), wofür heute, z. B. für kunstseidene Litzen, nicht mehr der Preis von früher erzielt werden kann; diese werden schon teilweise durch Eisengarnartikel ersetzt.

Ein besonderes vorteilhaftes Verfahren zur Erhöhung des seidigen Glanzes gefärbter mercerisierter Baumwollgarne für Velvets, Plüsche, Cord, Moleskin und geraute Biberstoffe empfiehlt *C. Goedtler* in Zürich (D.R.P. Nr. 110029) durch die Behandlung der mercerisierten und gefärbten Faser mit einer Lösung von Harzen, Bernsteinlack oder Wachs in Terpentinöl[4]).

Die Empfindlichkeit der Kunstseide gegen die Feuchtigkeit und die damit rasch abnehmende Festigkeit sind schwere Fehler für Garn- und Webeprodukte. Es besteht die Absicht, in Deutschland mehrere Fabriken für Kunstseide nach der Methode von *Fremery-Urban* und *Bronnert* in Betrieb zu setzen.

Das Verfahren nach *Fremery-Urban* (Französisches Patent Nr. 286692)[5]) führt die in Kupferoxydammoniak oder Chlorzink gelöste, der leichteren Löslichmachung wegen vorher energisch oxydierte Cellulose (Baumwolle) in Fäden über, welche auf Walzen gewickelt und durch einen Luftstrom von nicht höherer Temperatur als 40° C. getrocknet werden. Nach einem Verfahren des *Consortium Mulhousien pour la fabrication des fils brillants* wird die mit Natronhydrat behandelte Cellulose (2 : 1) ohne Temperaturänderung mit einer dem Aetznatron entsprechenden Menge

[3]) *Chemiker-Zeitung*, 1900 Bd. 37 S. 400 und 401; dann Nr. 43 S. 472. *Brünner Monatsschrift für Textilindustrie*, 1900 Nr. 9 S. 156.

[4]) *Brünner Monatsschrift für Textilindustrie*, 1900 Nr. 10 S. 180.

[5]) *C. Süvern*: *Die künstliche Seide*, Berlin 1900.



Kupfersalz (z. B. Kupfersulfat) zusammengebracht und das Gemisch in Aetzammoniak aufgelöst. Es bildet sich eine viskose Flüssigkeit, welche leicht Fäden ziehen lässt.

Nach gütigen Mitteilungen von Dr. *E. Bronnert* wird nach einem neueren Verfahren ein sogen. „Glanzstoff“ aus in Kupferoxydammoniak gelöster Cellulose dargestellt, welche nach vorheriger Reinigung und energischer Hydratierung in Kupferoxydammoniak besonders leicht löslich zur Herstellung von gut spinnbaren viskosen Lösungen gemacht worden ist.

Ueber die vorliegenden Proben von *E. Bronnert* und über dessen Broschüre: *Ueber die Verwendung von Cellulose zur Herstellung von glänzenden, seidenähnlichen Fäden* (Strassburg 1900) behalte ich mir vor, später zu berichten.

Laboratorium für Warenkunde an der Wiener Handelsakademie.

Neuere Acetylenentwickler und Zubehör.

(Fortsetzung von S. 737 d. Bd.)

Der *Acetylenentwickler* von *Octave Payan* in Bayeux (D. R. P. Nr. 109428) besitzt eine an der Mündung des Karbidzuführungsrohres angebrachte Verschlussplatte, welche beim Einfüllen von Karbid mittels einer durch die Sammlerglocke bethätigten Schaltvorrichtung derart bethätigt wird, dass die Verschlussplatte während des Einfüllens geöffnet wird, sonst aber geschlossen bleibt.

Mehrere ringförmig angeordnete Karbidbehälter *d* (Fig. 57), durch welche die Karbidzuführung erfolgt, werden durch ein Schaltrad schrittweise gedreht. Die Behälter besitzen aufklappbare Böden, welche sich gegen eine

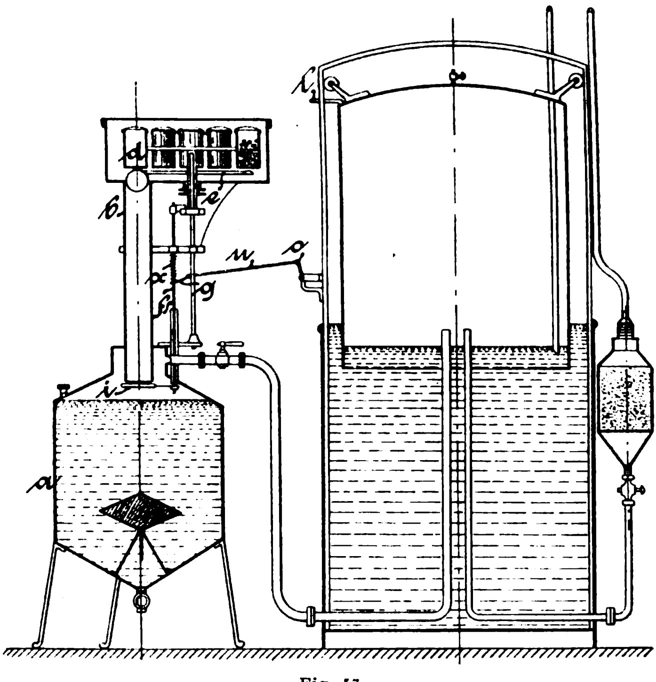


Fig. 57.

Acetylenentwickler von Payan.

Platte *e* legen und durch diese geschlossen gehalten werden; sobald jedoch einer derselben an eine Aussparung der Platte über dem Zuführungsrohr *b* gelangt, wird der Boden geöffnet. Eine Stange *f* mit einem Hebel *g*, der durch eine Schnur *u* mit der Klinke *o* verbunden ist, bewirkt die Bewegung des die Karbidzuführung regelnden Schaltrades. Beim Sinken der Glocke wird die Klinke *o* durch einen Anschlag *l* der Glocke umgelegt und mittels der Uebertragung *f g u* eine Drehung der Karbidbehälter veranlasst. An ihrem unteren Ende trägt die Stange *f* eine Scheibe *i*, welche die Mündung des Rohres *b* verschliesst, beim Sinken der Glocke jedoch zur Seite gedreht wird und die Mündung desselben freigibt. Steigt nun die Glocke infolge der Gasentwickelung, so gibt der Anschlag *l* die Klinke *o* frei und die Stange *f* nebst Verschlussklappe *i* wird durch eine Feder *x* in die Anfangsstellung zurückgeführt.

Wie der *Acetylenentwickler* von *K. Fischer* (Fig. 54 S. 737 d. Bd.), bezweckt der im nachstehenden beschriebene Apparat eine selbstthätige Schaltvorrichtung für den Wasserzufluss bei Acetylenapparaten mit mehreren Entwicklern, wobei die Handhabung bequem und einfach ist und die Bedienung des Apparates nur auf die Beschickung der Entwickler und die Kontrolle des Apparates beschränkt bleibt.

Dieser *Acetylenentwickler der Deutsch-Oesterreich-Schweizerischen Acetylengesellschaft m. b. H.* in Lindau, Bayern (D. R. P. Nr. 109458), ist in Fig. 58 dargestellt. Eine aus mehreren Entwicklern *1* bestehende Gruppe ist mit einer Gasbehälteranlage *2* verbunden und wird aus einem Wasserbehälter *3* gespeist. Die Wasserzufuhr findet durch ein selbstthätig wirkendes, am Boden des Wasserbehälters angeordnetes Ventil statt, dessen Ventilkörper *4* in einem Rohr *30* (Fig. 58a) auf und ab beweglich und mit einem Dichtungskörper *5* versehen ist. Der Ventilsitz *6* im unteren Ende des Rohres besitzt eine Bohrung, auf deren obere Mündung der Dichtungskörper *5* bei der Schliessstellung des Ventils aufliegt und an deren unterer Rundung sich das Rohr *9* anschliesst. Etwas über der oberen Mündung der Bohrung befindet sich im Rohr *30* eine Oeffnung *7*, durch welche bei geöffnetem Ventil Wasser nach der Bohrung strömt. Eine am oberen Ende des Ventilkörpers befestigte, über eine Rolle geführte Kette *8* ist mit einem Arm der Gasglocke verbunden, so dass, wenn sich die Glocke in der Tieflage befindet, die Kette angezogen und das Ventil geöffnet gehalten wird, also Wasser aus dem Gefäss *3* in das Rohr *9* fliessen kann, während beim Steigen der Glocke das Ventil geschlossen wird. Zum Zweck der Wasserzuleitung nach den einzelnen Entwicklern in ihrer Reihenfolge dient eine Schaltvorrichtung. Dieselbe besteht aus einem unterhalb der Ausflussmündung angebrachten cylindrischen Gefäss *10* (Fig. 58b und 58c), welches drehbar in einem Supportgefäss *11* in der Weise sitzt, dass das Bodenstück *12* in den Hohlraum des Gefässes *10* hineinragt, welches einen zentralen Zapfen *13* als Drehzapfen für das Gefäss *10* hat. In dem Boden des letzteren befindet sich eine Auslassöffnung *14* und im Boden des Supportgefässes eine der Anzahl der Entwickler entsprechende Anzahl von Kanälen *15* mit Speiseleitungen *16* für die Entwickler. Das Gefäss *10*, welches nur derart drehbar ist, dass die Auslassöffnung *14* nacheinander mit jedem der Kanäle *15* in Verbindung treten kann, besitzt hier

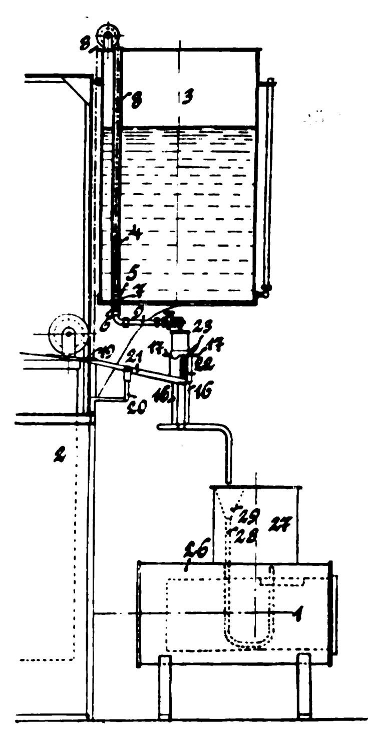


Fig. 58.

Schaltvorrichtung für den Wasserzufluss bei Acetylenapparaten mit mehreren Entwicklern von d. Deutsch-Oesterreich-Schweizerischen Acetylengesellschaft m. b. H.

vier um je 90° versetzte Zapfen *17* und der obere Rand des Supportgefässes eine gleiche Anzahl Ausschnitte *18*, welche als Rasten für die Zapfen dienen, mit einer allmählich ansteigenden und schroff abfallenden Fläche. Bei der Drehung gleiten die Zapfen auf den ansteigenden Flächen der Rasten aufwärts und auf den abfallenden abwärts, bis sie in das Knie der nächsten Rast einfallen, wo die Ausflussöffnung *14* über je einem der Kanäle *15* steht, so dass das Wasser aus dem Behälter *3* in die betreffende

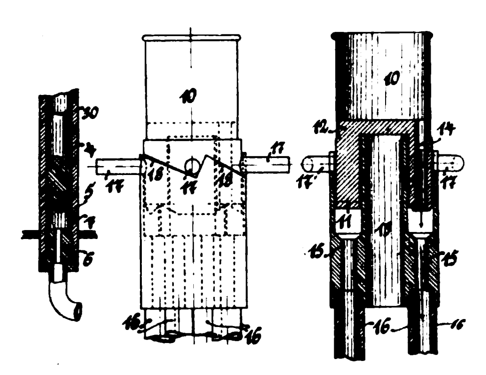


Fig. 58a. Fig. 58b. Fig. 58c.

Schaltvorrichtung für den Wasserzufluss bei Acetylenapparaten mit mehreren Entwicklern von der Deutsch-Oesterreich-Schweizerischen Acetylengesellschaft m. b. H.

Speiseleitung einströmen kann. Die Drehung des Gefässes *10* erfolgt durch einen Arm *19* derart, dass, wenn die Gasglocke nach Erschöpfung des einen Entwicklers in die Tieflage zurückkehrt und der Ventilkörper *4* gehoben ist, das Wasser in einen neuen Entwickler fliesst, über dessen Speiseleitung die Ausflussöffnung *14* steht. Das Schaltwerk besteht aus einem zweiarmigen, auf einem Tragarm *20* aufgehängten Hebel *21*, dessen einer Arm sich im Bereich des Armes *19* befindet und an dessen anderem Arm ein Hebel *22* angelenkt ist, welcher auf einem am Supportgefäss sitzenden Stift geführt ist. Der Hebel *22* trägt einen gelenkig beweglichen Hebel *23*, welcher neben dem Drehgefäss so angeordnet ist, dass er immer auf je einen in seinem Bereich befindlichen Zapfen des Drehgefässes wirkt, wobei sein Ausschlag durch eine Nase, welche am Hebel *22* anliegt, begrenzt wird. Die Entwicklergruppe ist von einem Kühlgefäss *26* umschlossen, dessen oberer Teil *27* offen ist und durch den die in die Entwickler mündenden Rohre *28* hindurchgehen, welche an ihrem oberen Ende in je einen mit Siebeinlage versehenen Trichter *29* enden. Ueber diesen befinden sich die Auslaufmündungen der Rohre *16*, so dass das Wasser aus diesen in die Rohre *28* fliessen kann, aus denen es in geeigneter Weise in die Entwickler gelangt.

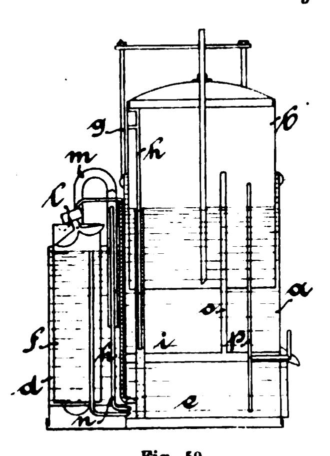


Fig. 59.

Acetylenentwickler von Kinsey.

Die nacheinander stattfindende *Wasserzuführung zu mehreren Acetylenentwicklern* hat das englische Patent Nr. 7374 vom Jahre 1899 von *Henry Kinsey* in Swansea (England) zum Zweck. In dem teilweise mit Wasser angefüllten Behälter *a* (Fig 59) befindet sich die Gasglocke *b* und unter dem Behälter *a* eine Waschkammer *c*. In einem neben diesen beiden angebrachten mit Wasser gefüllten Gefäss *d* befinden sich zwei, je einen Entwickler enthaltende Behälter *f*, in denen die Karbidbehälter etagenförmig angeordnet sind. Der Wasserzufluss zu den Entwicklern wird in der Weise bewirkt, dass beim Sinken der Gasglocke *b* die Oeffnung *g* eines in derselben angebrachten Rohres *h* in das im Wasserbehälter *a* befindliche Wasser eintaucht und dadurch durch die Oeffnung *g*, das Rohr *h* und ein mit einer Abzweigung versehenes Rohr *i* Wasser in eine Schöpfvorrichtung *l* geleitet wird und aus dieser den Entwicklern zufliesst. Durch Rohre *m* wird das Gas in eine Kühlvorrichtung *h* und von da durch ein Rohr *n* in die Waschvorrichtung *c* geleitet, aus welcher es durch das Rohr *o* in die Gasglocke gelangt. Durch ein Rohr *p* wird das Gas aus der Glocke abgeführt. Letzteres ist unten offen, so dass etwa mitgerissenes Wasser aus demselben abfliessen kann.

Der in Fig. 60 veranschaulichte *Acetylenentwickler* von *Adolf Possa* in Leuk-Stadt (Wallis, Schweiz, Schweizer Patent Nr. 18990) betrifft ebenfalls eine Wasserzuführung.

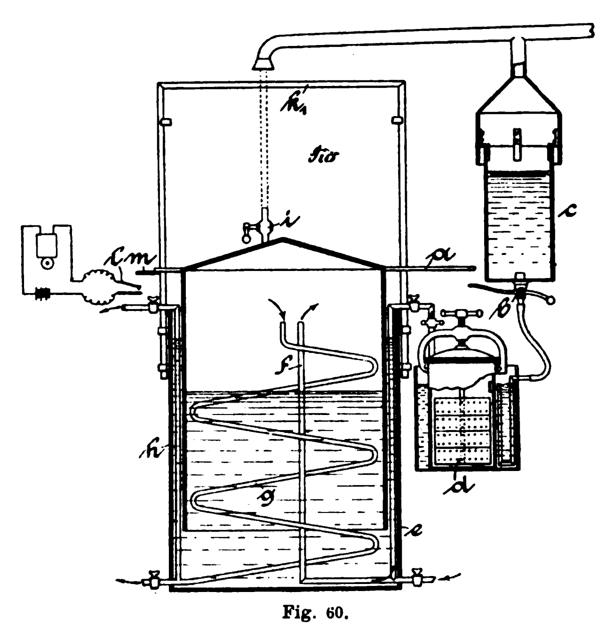


Fig. 60.

Acetylenentwickler von Possa.

Ein an dem Gasometer befestigter Hebel *a* öffnet beim Sinken der Glocke einen Hahn *b* des Wasserbehälters *c*, aus welchem dann Wasser in den Entwickler *d* fliesst. Das Gas steigt hierauf in einem von Wasser umgebenen Rohr *e* abwärts und durch ein ebenfalls im Wasser befindliches Rohr *f* aufwärts in den Gasometer und von hier durch ein schlangenförmig gebogenes Rohr *g* in ein Rohr *h*, aus welchem es den Apparat gekühlt verlässt. Eine an dem Apparat angebrachte Sicherheitsvorrichtung besteht darin, dass, wenn bei einer Ueberproduktion der Gasbehälter erheblich steigt, ein Hahn *i* durch Anschlagen gegen eine Stange k_1 geöffnet wird. Bei Wassermangel, welcher ein längeres Verharren des Gasbehälters in seiner niedrigsten Lage zur Folge hat, wird eine elektrische Alarmvorrichtung *l* durch einen Anschlag *m* an der Gasglocke bethätigt.

Eine Karbidzuführungsvorrichtung ist bei dem *Acetylenentwickler* von *Antoine Combier* in Pierre-Bénite (Dep. Rhône, Frankreich) durch das Schweizer Patent Nr. 18991 patentiert. Der Entwickler besteht aus einem cylindrischen Behälter *a*, in welchen ein Cylinder *b* so eingesetzt ist, dass ein zur Führung der Gasglocke *c* dienender, mit Glycerin angefüllter Ringraum *d* verbleibt. Ein auf der Glocke *c* angeordnetes trichterförmiges Gefäss *e* besitzt eine durch eine Kugel *f* verschliessbare untere Oeffnung. Ueber der Kugel *f* ist in geringer Entfernung von derselben eine Haube *g* befestigt, während die Kugel *f* mittels einer Stange g_1 mit einer zweiten Kugel *h* verbunden ist. Letztere befindet sich über einem in dem Entwickler befestigten Rohre *i*. Sinkt nun die Gasglocke, so stösst die Kugel *h* auf das obere Ende des Rohres *i* auf und die Kugel *f* wird in die Haube *g*

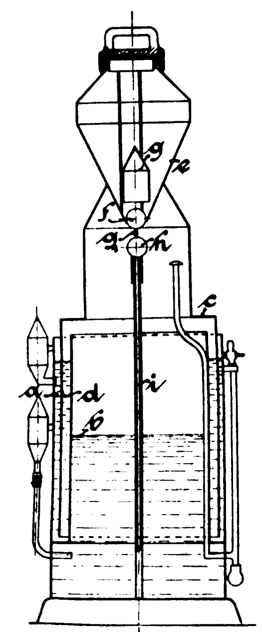


Fig. 61.

Acetylenentwickler von Combier.

hineingestossen, worauf Karbid aus dem Behälter *e* in den Entwickler fallen kann. Beim Steigen der Glocke wird die Kugel *f* von dem Behälter *e* mitgenommen; sie verschliesst hierbei die untere Oeffnung desselben und verhindert infolge desselben das Hineinfallen von Karbid in den Entwickler.

(Fortsetzung folgt.)

Kleinere Mitteilungen.

Steinfilter für den Grossbetrieb.

In den letzten Jahrzehnten wurden nacheinander verschiedene Filterelemente aus Steinzeug aller Art in verschiedenen Formen und Grössen erfunden und mit mehr oder weniger Glück in den praktischen Dienst gestellt.

Diejenigen, welche sich vermöge ihrer technischen Konstruktion erhalten konnten, nehmen heute den ersten Platz unter der grossen Menge von Filtersystemen ein. Es dürfte daraus gefolgert werden, dass Steinfilter im allgemeinen dem Prinzip der Filtration am meisten entsprechen.

Die bekanntesten sind die Hochdruck- und Tropffilter für den Laboratorium- und Hausgebrauch (vgl. *D. p. J.* 1898 **308** * 148 und **310** * 181). Für grössere Betriebe kommen solche aus gebrannten und ungebrannten Kunststeinen in Anwendung (vgl. *D. p. J.* 1895 **296** 119).

Man war seit der Entstehung der Filter energisch bestrebt, denselben eine möglichst lange Filterperiode zu geben. Dieses Stärke, scheint die Art des Druckes von Einfluss zu sein, insofern als ein stoss- oder ruckweise wechselnder, bald grösserer, bald kleinerer Druck das Durchwachsen der Filterkörper mit Keimen befördert. Um daher im voraus die möglichste Gleichmässigkeit zu sichern und alle Schwankungen zu vermeiden, wird bei der *Kurka*'schen Filteranlage der Rohwasserbehälter *a* (Fig. 2 und 3) derartig angelegt, dass ein konstanter Ueberdruck von 1 m herrscht. Dies wird dadurch erreicht, dass der Ueberlauf des Rohwasserbeckens um nur 1 m höher liegt als der Ueberlauf des Reinwasserbeckens, der sich 30 cm oberhalb der Ebene der Elemente *l* befindet. Der Rohwasserbehälter hat daher in erster Linie bloss als Druckregler oder Ausgleichsbecken zu dienen und sind dementsprechend dessen Dimensionen nur gering, insofern nicht beabsichtigt wird, in demselben grössere Wassermengen in Vorrat zu halten. Derselbe ist durch eine Querwand *b* (Fig. 3) in zwei Abteilungen geteilt, so dass bei Reinigung der einen die zweite ungestört im Betriebe verbleibt.

Jedenfalls dient derselbe stets gleichzeitig als Klärbecken,

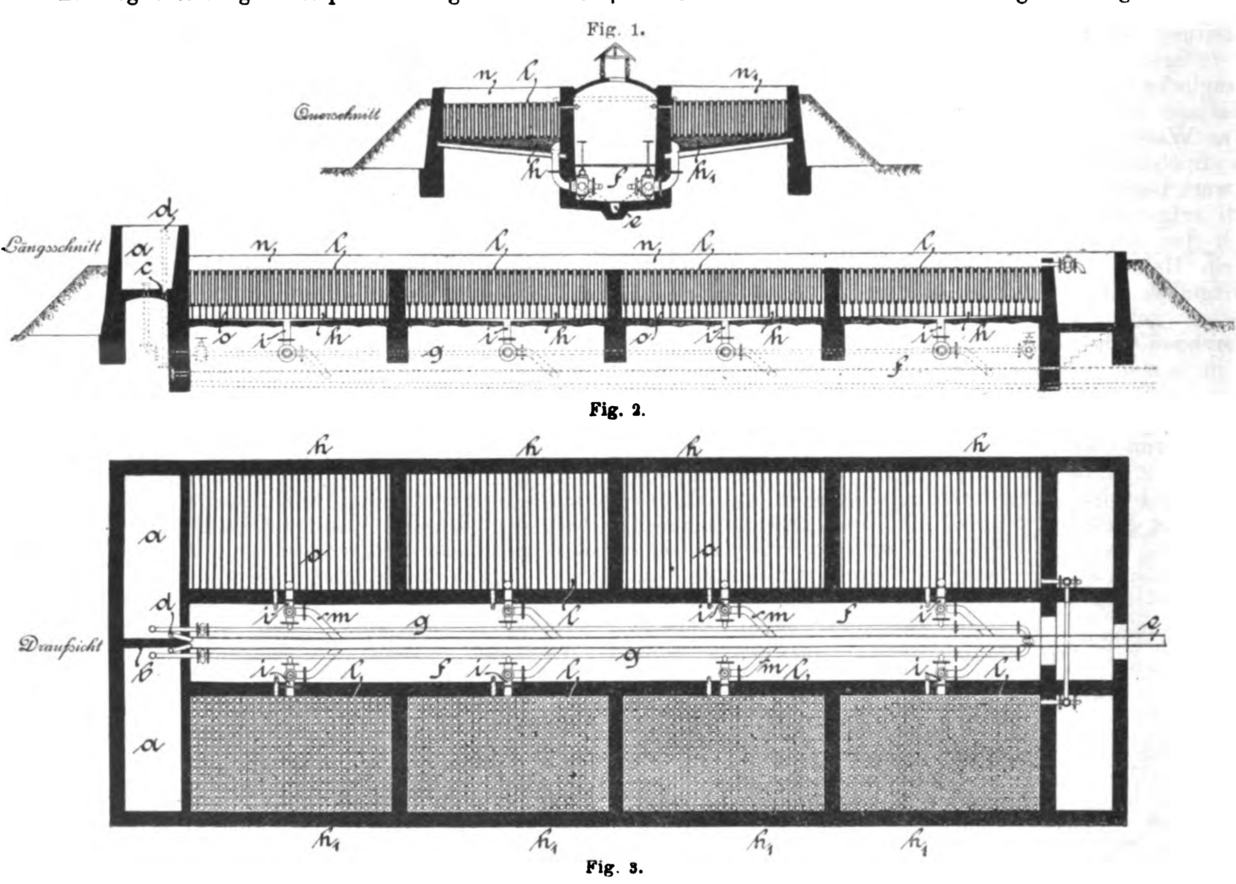


Fig. 1. Fig. 2. Fig. 3.

Bestreben war ein Irrtum, denn es hat sich gezeigt, dass im Verlaufe der Filtration sich die Poren verstopfen, wodurch eine Abnahme der Filtrationsfähigkeit eintritt. Rationell ist es dagegen, den Filtrationsprozess nur so lange fortzusetzen, als das Filtrationsmaterial im Verhältnis zur Zeit eine wirtschaftlich zulässige Menge Filtrat liefert, alsdann die Filtermasse zu regenerieren und von neuem in Betrieb zu setzen. Nach diesem Prinzip ist das Filter (D. R. P. Nr. 96047) der Unternehmung für Grossfiltration (*R. Kurka*) in Frankfurt a. M. konstruiert.

Die allgemeine Anordnung einer solchen Filteranlage mit 3584 Elementen, deren Tagesleistung 10000 cbm beträgt, ist aus Fig. 1 bis 3 ersichtlich. Dieselbe besteht aus dem Rohwasser; behälter *a*, einem Bedienungsgange *f* und den Reinwasserbehältern $n\,n_1$.

Da die Keimdichtigkeit eines jeden Filters von der Stärke und Art des Druckes abhängt, unter welchem das Wasser filtriert, können Keime und Verunreinigungen um so leichter durch das Filter dringen, je höher der Druck ist; weniger aber als die indem die grössten Verunreinigungen des Wassers, wie Sand und andere Sinkstoffe, bereits hier zu Boden fallen und durch das am Boden jeder Abteilung vorgesehene gusseiserne Ablaufrohr *c* (Fig 2) entfernt werden. In die konische Mündung desselben wird ein zweites gusseisernes Ueberlaufrohr *d* eingeschoben, welches zur Erhaltung des gleichmässigen Wasserstandes im Behälter dient. Durch einfaches Herausziehen des Ueberlaufrohres werden die am Boden angesammelten Sinkstoffe durch das Ablaufrohr *c* in den Schlammablauf *e* entfernt, worauf der Behälter geleert und gereinigt werden kann.

Das Reinwasserbecken jeder Kammergruppe ist vermittelst eines quer über den Gang führenden Rohres *m* (Fig. 3) mit dem Becken der anderen Gruppe verbunden; diese Anordnung hat den Zweck, das zur Rückspülung erforderliche Filtrat oberhalb der Elemente stets bereit zu halten.

Das Rohwasser wird den einzelnen Kammern durch eine im Bedienungsgange *f* angeordnete gusseiserne Zirkulationszuleitung *g* mit den erforderlichen Schiebern zugeführt, welche aus

einer Abteilung des Rohwasserbehälters in den Bedienungsgang führt, am Boden desselben unmittelbar an den inneren Wandungen der Kammer verlegt ist und in die zweite Abteilung einmündet.

Die Anlage wird je nach dem Umfange derselben in eine entsprechende Anzahl von Kammern $h\,h_1$ geteilt, welche zur Aufnahme der Elemente l bestimmt sind. Die Kammern sind aus Stampfbeton viereckig ausgeführt und symmetrisch in zwei Gruppen derart angeordnet, dass zwischen denselben der Bedienungsgang f von 2 bis 3 m Breite verbleibt. Der Boden jeder Kammer erhält gegen den Bedienungsgang zu ein Gefälle von 45 cm, damit der beim Filtrationsvorgang in der Kammer zurückbleibende Schlamm durch eigene Schwere selbstthätig am tiefsten Punkte der Kammer sich ansammeln kann. Um den in die Kammer einzubauenden Elementen, deren Boden in einer horizontalen Ebene liegen, entsprechende Stützpunkte zu bieten, werden senkrecht zur Längenachse des Ganges parallele Cementrippen o von 4 cm Stärke auf 25 cm Entfernung voneinander eingestampft. Dieselben haben die Form von Dreiecken, und sind derart angeordnet, dass an der inneren an den Bedienungsgang anstossenden Kammerwandung eine segmentartige Ausnehmung von 20 cm Halbmesser verbleibt, so dass die einzelnen durch die Rippen und den Boden gebildeten Räume untereinander kommunizieren.

Vom tiefsten Punkte jeder Kammer führt ein gusseisernes Rohr i von entsprechender Lichtweite zu der im Gange verlegten Zuleitung. Dieses Rohr ist mit einem Dreiwegehahn versehen, vermittelst welchem die Kammer entweder mit der Zuleitung verbunden oder an den, am tiefsten Punkte des Ganges befindlichen Schlammablauf e angeschlossen werden kann. Durch entsprechende Stellung des Dreiwegehahnes kann daher entweder das Rohwasser aus dem Rohwasserbehälter den Kammern zugeführt werden oder im zweiten Falle der Rohwasserzufluss abgesperrt und der Inhalt der Kammer in den Schlammablauf entleert werden.

Letzterer ist entweder als offener Graben angelegt, oder wird in den Boden des Ganges ausgestampft, und ist entweder an das bestehende Kanalisationsnetz angeschlossen oder wird dort, wo keines vorhanden ist, derart angelegt, dass die von der Reinigung herrührenden Rückspülwässer auf die vorteilhafteste Art entfernt werden können.

Ausser dem Schlammablauf führt am Boden des Ganges parallel mit den Kammerwänden die bereits erwähnte gusseiserne Zirkulationszuleitung des Rohwassers. Jede Kammer ist durch ein gusseisernes Gabelrohr einesteils an die Zuleitung, anderesteils an den Schlammablauf angeschlossen und wird mittels des Dreiwegehahnes bedient. Wie schon gesagt, münden in den Schlammablauf die Ablaufrohre des Rohwasserbeckens und die Ueberlaufrohre desselben.

Die inneren Wandungen der Kammern sind senkrecht ausgebildet und beträgt die Höhe der an den Bedienungsgang stossenden Wand 2,10 m, der entgegengesetzten Wand 1,65 m. Die Oberkante sämtlicher Querwände liegt 45 cm unterhalb der Oberkante der Längswände. In der inneren Längenwand jeder Kammer ist ein kleiner Lufthahn vorgesehen, durch welchen bei der ersten Inbetriebsetzung des Filters die in den Kammern angesammelte Luft entweicht.

Die Grundlage dieses Filtrationsverfahrens bildet das *Kurka*sche Steinfilterelement (Fig. 4). Dasselbe ist ein Steinrohr mit

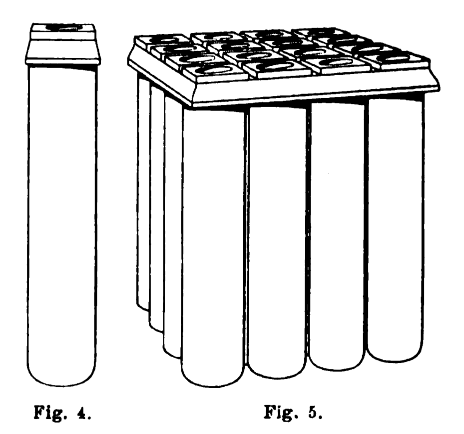


Fig. 4. Fig. 5.

geschlossenem Boden, quadratischen Kopfansatz und keilförmigen Kopfflächen; die Länge des ganzen Elementes beträgt 120 cm, wovon auf den unteren cylindrischen Teil 108, auf den quadratischen Kopfansatz 12 cm entfallen. Der Durchmesser des cylindrischen Teiles beträgt 23 cm, die Breite und Länge des quadratischen Kopfansatzes je 25 cm. Die innere Bohrung besitzt eine Tiefe von 110 cm mit einem Durchmesser von 9 cm, so dass die Stärke der Wandungen 7 cm beträgt. Das Gewicht des kompletten Rohres variiert zwischen 65 und 75 kg.

Da die Elemente senkrecht stehend in die Kammern eingebaut werden, so erfordern 16 Elemente 1 qm Bodenfläche zu ihrer Aufstellung.

Der Einbau der Elemente geschieht in der Weise, dass dieselben aufrechtstehend mit dem Boden auf die Rippen o der Kammerböden gestellt werden und ihre quadratischen Kopfansätze untereinander mit einer porösen Masse aus demselben Material abgebunden werden (Fig. 5). Nach der Verhärtung dieser Masse bilden die erwähnten Kopfansätze eine kompakte, unverwüstliche, horizontale Zwischenwand, welche den inneren Raum der Kammer vollständig von dem oberen offenen Teile derselben abschliesst.

Die Wirkungsweise der Anlage ist folgende: Das Rohwasser tritt, wie oben bemerkt, mit einem Ueberdruck von 1 m in die unteren geschlossenen Kammern $h\,h_1$, dringt durch die Poren der Elemente l und steigt als fertiges Filtrat aus der Bohrung der Rohre in die oberen offenen Reinwasserbecken $n\,n_1$.

Während die schweren Sinkstoffe bereits im Rohwasserbecken zurückbleiben, fallen die gröberen Schwebestoffe beim Eintritt in die Kammern zu Boden und sammeln sich auf der tiefsten Stelle derselben an. Die vertikale Anordnung der aktiven Filterflächen der Elemente bringt eine bedeutende Entlastung derselben mit sich, da nur die feinsten Schwebestoffe durch den herrschenden Filtrationsüberdruck von 1 m an die Wandungen der Elemente getrieben werden.

Sowohl sämtliche mechanischen Verunreinigungen, als die im Wasser befindlichen Bakterien bleiben an der äusseren Filterfläche haften, und durch die Poren der Elemente dringt das reinste Filtrat ohne jedweden Vorlauf in die Bohrung der Filterrohre, füllt dieselben an und ergiesst sich aus deren oberen Oeffnungen in die Reinwasserkammern, in welchen es bis auf 30 cm Höhe steigt, um sodann durch den Ueberlauf des Reinwasserbeckens der weiteren Benutzung zugeführt zu werden. Durch diese Anordnung ist es ermöglicht, dass die zur Reinigung erforderliche Menge des Filtrates stets in Bereitschaft gehalten wird.

Da ausserdem der Rohwasserbehälter einen konstanten Ueberdruck infolge seiner Höhenanordnung aufrecht hält und die Entnahme des Reinwassers vom oberen Niveau des Reinwasserbehälters erfolgt, so sind die, den Filtrationsvorgang nachteilig beeinflussenden Druckveränderungen ausgeschlossen, und der Filter arbeitet nach Erlangung seines Beharrungsvermögens ruhig und gleichmässig.

Die Reinigung wird durch hydrostatischen Druck dadurch bewerkstelligt, dass das oberhalb der Elemente im offenen Reinwasserbehälter stehende Filtrat in umgekehrter Stromrichtung durch die Poren der Elemente mit dreifach stärkerer Energie getrieben wird und die an der Aussenfläche der Elemente haftende Schmutzschicht mitreisst, so dass die Poren der Elemente niemals von Schmutz gesättigt werden.

Jede Kammer wird für sich gereinigt, wobei der Dreiwegehahn so gestellt wird, dass der Zulauf des Rohwassers gesperrt und der Schlammablauf gleichzeitig geöffnet wird. Die unmittelbar darauf folgende intensive Rückströmung des Filtrates ist verursacht durch den, auf dem oberen Wasserspiegel lastenden atmosphärischen Druck und die von unten wirkende Ansaugung; diese Rückströmung reinigt zunächst die Poren der Elemente, nimmt hierbei den an der äusseren Fläche haftenden Schmutz mit, verdrängt das die Kammer füllende Schlammwasser und flutet energisch in den Abflusskanal. Die Rohwasserkammer entleert sich bei dem Reinigungsprozesse nicht.

Die zu einer einmaligen Reinigung eines Elementes erforderliche Filtratsmenge beträgt 18,75 l; es ist diejenige Menge, welche im normalen Betriebe oberhalb jeden Elementes steht.

Jedes Element leistet innerhalb der nächsten 6 Stunden nach erfolgter Reinigung 2 l Reinwasser in der Minute. Bei einer 12stündigen Filtrationsperiode beträgt die Durchschnittsleistung jedes Elementes 1,5 l in der Minute; bei einer 24stündigen Periode beträgt dieselbe pro Element und Minute 1 l. Dies ist erklärlich, wenn man bedenkt, dass die Verlegung der Filterfläche durch die im Wasser befindlichen Schwebestoffe progressiv zunimmt. Um daher einen wirtschaftlichen Betrieb der Filteranlage zu ermöglichen, empfiehlt es sich, nach Ablauf von je 6 Stunden kammerweise die Anlage zu reinigen und dieselbe auf der wirtschaftlichen Leistung von 2 l pro Minute zu erhalten. Unter diesen Verhältnissen wird daher jedes Element in den 1440 Minuten des Tages nach Abrechnung von 12 zur Regenerierung erforderlichen Minuten insgesamt 2856 l Filtrat liefern.

Da die Reinigung jedes Elementes in 6stündigen Perioden zusammen 75 l im Tage erfordert, so beträgt die Nutzleistung jedes Elementes bei kontinuierlichem Betriebe 2781 l Reinwasser in 24 Stunden.

Besondere Vorteile bietet das vorliegende Filtrationsverfahren durch die geringe Raumbeanspruchung. Jedes Element besitzt eine aktive Filterfläche von 0,78 qm, so dass auf 1 qm Bodenfläche, wo 16 Elemente ihre Aufstellung finden, zusammen 12,5 qm aktiver Filterfläche konzentriert sind.

Jedes Quadratmeter der vorhandenen Filterfläche leistet

daher täglich 3,56 cbm Nutzwasser bei der normalen Filtrationsgeschwindigkeit von 153 mm in der Stunde.

Analog wie bei der Sandfiltration, spielt sich auch beim Steinfilter ein die Qualität des Filtrates günstig beeinflussender Vorgang in der chemischen Zusammensetzung des Wassers ab, welcher seinen Ausdruck in der sehr beträchtlichen Verminderung des Gehaltes an organischer Substanz findet. Versuche, welche am 5. Juni 1899 im chemischen Laboratorium für technische und Nahrungsmittel-Untersuchungen von Dr. *Homeyer* in Frankfurt a. M. gemacht wurden, haben ergeben, dass die zur Oxydation der organischen Substanz im Rohwasser benötigte Menge an Kaliumpermanganat von 3,860 Teilen auf nur 2,420 Teile im Filtrat herabgesunken ist, so dass 37,31% der organischen Substanz durch das Kurka-Filter zurückgehalten wurden. Ausserdem kommt eine ganz beträchtliche Besserung des Filtrates in Bezug auf den Gehalt an anorganischen Bestandteilen zum Vorschein.

100 000 Teile des unfiltrierten Wassers enthielten:

Abdampfrückstand	38,140 Teile
Glührückstand	31,000 „
Kalk (CaO)	9,520 „
Magnesia	3,108 „
Eisenoxyd und Thonerde	6,000 „
Schwefelsäure	Spuren
Salpetersäure	nicht vorhanden
Salpetrige Säure	„ „
Ammoniak	„ „
Chlor	1,420 Teile
Organische Substanz: 100,000 „ Wasser gebrauchten an Kaliumpermanganat	3,860 „

Physikalische Beschaffenheit des Wassers: sehr trübe, klärt sich rasch und setzt einen braunen Niederschlag ab. Geruch und Geschmack des filtrierten Wassers: normal.

100 000 Teile des filtrierten Wassers enthielten:

Abdampfrückstand	27,320 Teile
Glührückstand	21,960 „
Kalk (CaO)	8,200 „
Magnesia (MgO)	2,855 „
Eisenoxyd und Thonerde	0,800 „
Schwefelsäure	Spuren
Salpetersäure	nicht vorhanden
Salpetrige Säure	„ „
Ammoniak	„ „
Chlor	1,420 Teile
Organische Stoffe: 100,000 „ Wasser gebrauchten an Kaliumpermanganat	2,420 „

Physikalische Eigenschaften: klar, farblos. Geschmack und Geruch: normal.

Bücherschau.

Kompendium der Gasfeuerung in ihrer Anwendung auf die Hüttenindustrie. Mit besonderer Berücksichtigung des Regenerativsystems. Für Fabrikanten, Hüttenleute, Ingenieure und Lehranstalten. Von *Ferdinand Steinmann*, Zivilingenieur in Dresden. Dritte, umgearbeitete und vermehrte Auflage. Mit einem Atlas von 17 lithographierten Tafeln. Leipzig 1900. Verlag von Arthur Felix.

Auf 117 Seiten, in 7 Kapiteln nebst einem Anhang schildert der Verfasser das Allgemeine über Gasfeuerung und Generatoren, die Arten der letzteren, die Zug- und Leitungsverhältnisse, Ofen und Verbrennungsherd der Gase. Sodann geht er auf den speziellen Teil ein, in welchem in drei Kapiteln die Gasfeuerungen in der Gasfabrikation, Eisen- und Stahlindustrie und die verschiedenen Ofensysteme behandelt werden. Im Anhang gibt Verfasser ein Bild über den Lebensgang von *Friedrich Siemens*, dem eigentlichen Schöpfer der neuen Feuerung und Beleuchtung.

Ueberall sind die Litteraturnachweise und auch das Geschichtliche gleich zu Beginn des Werkes angegeben, wobei auch des Begründers des Verfahrens zur Verwendung der Hochofengase für hüttenmännische Zwecke, des k. württ. Bergrates und Hüttendirektors *v. Faber du Faur* gedacht, als Quelle aber, der die Angabe entnommen, *Delesse, Annales des mines*, IV. Serie, tom II p. 371 Note 1 angegeben ist. Es sei hier darauf aufmerksam gemacht, dass eine Druckschrift von *v. Faber du Faur* existiert „Ueber die Anwendung der aus der Gicht der Hochöfen und Cupolo-Oefen entweichenden Gase zu metallurgischen Zwecken und insbesondere zum Umschmelzen, Entkohlen und Frischen des Roheisens und zum Schweissen des gefrischten Eisens“, mit fünf lithographierten Abbildungen. Wasseralfingen, März 1842. Hofbuchdruckerei Bekker, Darmstadt. Die kurze Angabe in dem Kompendium lässt Unrichtigkeiten aufkommen; zur Richtigstellung sei daher folgendes angeführt: *v. Faber*'s Verdienst ist grösser und anderer Natur als nach der französischen Quelle angegeben. 1830 kamen die ersten Nachrichten über die Anwendung der erwärmten Gebläseluft aus Schottland nach dem Kontinent. Trotzdem sich die Hüttenautoritäten, besonders auch *Karsten*, dagegen aussprachen, machte *v. Faber* Versuche und konstruierte einen Apparat zur Winderwärmung mit dem Ergebnis einer Kohlenersparnis von 1/4 bis 1/5 des Bedarfes. Diese Apparate haben in der ganzen hüttenmännischen Welt Eingang gefunden. Durch diese Versuche und Arbeiten gelangte *v. Faber du Faur* zu weiteren Erfahrungen über die Natur der Hochofengase. Die Gichtflamme wurde schon längst zu technischen Zwecken benutzt, aber die Menge der in derselben enthaltenen gebundenen Wärme war nicht bekannt geworden. *v. Faber* liess Luft zu den Gichtgasen in den Apparat einströmen und ermittelte durch zahlreiche Versuche das richtige Verhältnis der Luftzuführung und erreichte durch Zuführung erwärmter Luft die Verbrennung der Gichtgase vollständiger und rascher (1837/39). *v. Faber* war auch der erste, der die Beschaffenheit der Hochofengase in den verschiedenen Schichten der Ofenfüllung ermittelte und durch diese Arbeiten *Bunsen*, *Ebelmann* und andere Chemiker veranlasste, durch analytische Untersuchungen das Dunkel des Hochofenprozesses zu lüften. *v. Faber*'s Verdienst ist es also, dass er die in den Hochofengasen enthaltene gebundene Wärme durch zweckmässige Verbrennung des Kohlenoxydgases zu benutzen lehrte, während früher nur die in der abziehenden Gichtflamme enthaltene freie Wärme benutzt wurde und die Verbrennung dem Zufall überlassen war. Die Gase können auf beliebige Entfernungen geleitet werden, um erst am Ort des Bedarfs zur Benutzung zu kommen. Aus diesen Arbeiten über die Hochofengase gingen von anderer Seite die Versuche mit Gasgeneratoren hervor, an welchen sich auch *v. Faber* beteiligte.

„Auf diese Weise“, sagt ein Schüler *Faber*'s, Bergrat *v. Schübler* (*Württemb. naturwissenschaftl. Jahreshefte* 1856), „haben *Faber*'s Arbeiten über die Anwendung der Hochofengase ein neues Feld gewonnen, auf welchen ihnen eine praktische Anwendung für alle Zeit *gesichert ist*.“ Sind die Verdienste *Friedrich Siemens*' am Schlusse des Buches gewürdigt, so gehören diejenigen *v. Faber du Faur*'s, eingangs des Buches hervorgehoben, mindestens aber in richtiger und nicht misszuverstehender Weise wiedergegeben.

Hieraus soll dem Autor des gediegenen Werkes übrigens durchaus kein Vorwurf gemacht werden, denn die französische Quelle ist nicht zuverlässig. *Faber*'s Entdeckung wurde, wie dem Unterzeichneten aus der Ueberlieferung bekannt ist, nach einem französischen Besuch im Hüttenwerk Wasseralfingen s. Z. in Frankreich nacherfunden. *Bujard.*

Maquenne, L., Professeur au Muséum d'Histoire naturelle. **Les Sucres et leurs principaux dérivés.** 1 volume in 8° de 1032 pages. Paris. G. Carré et C. Naud. 1900. Preis 16 Fr.

Prof. *Maquenne* hat zum erstenmal in Frankreich es unternommen, eine eingehende Monographie über die Zuckerchemie auszuarbeiten. Der durch seine schönen Arbeiten über Inosit, Pinit, Perseit und neuerdings durch seine partielle Synthese des linksdrehenden Erythrits bekannte französische Chemiker war wohl am besten dazu berufen, bei unseren Nachbarn ein derartiges Werk in die Hand zu nehmen.

Der Verfasser teilt sein Buch in sechs grosse Kapitel ein, wovon jedes wiederum in mehrere Unterabteilungen geteilt ist; die erste dieser Unterabteilungen enthält nur Allgemeines über das im zugehörigen Kapitel zu besprechende Thema.

Das 1. Kapitel enthält eine vollständige Abhandlung über bis jetzt ausgeführte Synthesen aus dem Gebiet der Zuckerchemie.

Im 2. Kapitel werden dann die Tetrite, Pentite, Hexite, die Alkohole mit höherem Kohlenstoffgehalt als 6 und die cyklischen Polyalkohole besprochen.

Das 3. und 4. Kapitel werden den reduzierenden Zuckerarten, den Triosen, Tetrosen, Pentosen, Hexosen, den hydrolisierbaren Zuckerarten, den Biosen, Triosen und Polyosen gewidmet.

In die Derivate der Zucker, ein- und mehrbasische Säuren geht der Verfasser erst im 5. Kapitel ein.

Das 6. Kapitel endlich bespricht die Osone, die Osamine und die Saccharine.

Das Werk ist rein theoretisch behandelt, alles, was auf die Zuckertechnik Bezug hat, weggelassen. Die unzähligen Litteraturangaben sind in sorgfältigster Weise im Texte angeführt.

Das Buch ist in einfachem, vornehmem Französisch geschrieben und kann wohl als eine der vollkommensten und gediegensten Monographien, die in den letzten Jahren im Gebiete der Chemie erschienen sind, bezeichnet werden. In Deutschland wird es jedenfalls, trotz schon vorhandener ähnlicher Werke, *v. Lippmann*, *Tollens*, *Sidersky* u. a., freundlichste Aufnahme finden. *Guillaume S.*

Arnold Bergsträsser Verlagsbuchhandlung (A. Kröner) Stuttgart.
Druck der Union Deutsche Verlagsgesellschaft ebendaselbst.



DINGLERS
POLYTECHNISCHES JOURNAL.

81. Jahrg., Bd. 315, Heft 48. Stuttgart, 1. Dezember 1900.

Jährlich 52 Hefte in Quart. **Abonnementspreis** vierteljährlich 6 M., direkt franko unter Kreuzband für Deutschland und Oesterreich 6 M. 65 Pf., für das Ausland 7 M. 30 Pf. Redaktionelle Sendungen und Mitteilungen bittet man zu richten: An die Redaktion von „Dinglers Polytechn. Journal" in Stuttgart, die Expedition betreffende Schreiben an Arnold Bergsträsser Verlagsbuchhandlung (A. Kröner) Stuttgart.



Moderne Dampfkesselfeuerungen.

Von **O. Herre**, Ingenieur und Lehrer.

(Fortsetzung von S. 741 d. Bd.)

Eine Feuerung, deren Zweck ausschliesslich in der Verwertung minderwertigen Brennmaterials besteht, ist die schon vielfach erprobte Kudlicz-Feuerung, die von der Firma *J. Kudlicz* in Prag-Bubna gebaut wird.

An Stelle der einzelnen Roststäbe treten bei dieser Feuerung in der Regel ebene, seltener stufenförmig ausgebildete Rostplatten, welche mit konischen Löchern nach Fig. 12 versehen sind. Die freie Rostfläche ist infolgedessen im Verhältnis zur Gesamtrostfläche sehr klein. Um die notwendige Luftmenge durch den Rost zu treiben, ist daher ein Dampfstrahlinjektor vorhanden, der die Verbrennungsluft mit Druck durch die Durchlöcherungen des Rostes treibt. Die Folge dieser Einrichtung ist, dass, wie Fig. 12 erkennen lässt, das Brennmaterial kräftig aufgelockert bezw. durchwirbelt wird. Es kann daher auch staubförmiges oder dicht lagerndes Brennmaterial mit gutem Erfolg verfeuert werden. Die Kudlicz-Feuerung eignet sich vorzüglich zur Verwertung minderwertigen Brennmaterials als: Stein- und Braunkohlenstaub, Grusskohle, Schlammkohle, Koksgruss, Sintern, Moore, Schlämme von der Steinkohlenwäsche, Holzabfälle, Sägespäne, Lohe u. dgl.

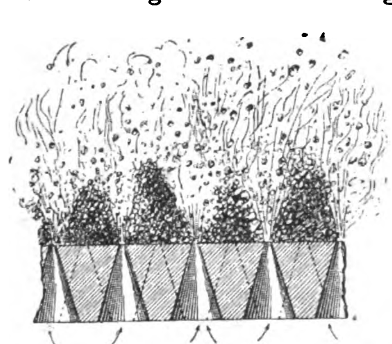


Fig. 12. Rostplatte zur Kudlicz-Feuerung.

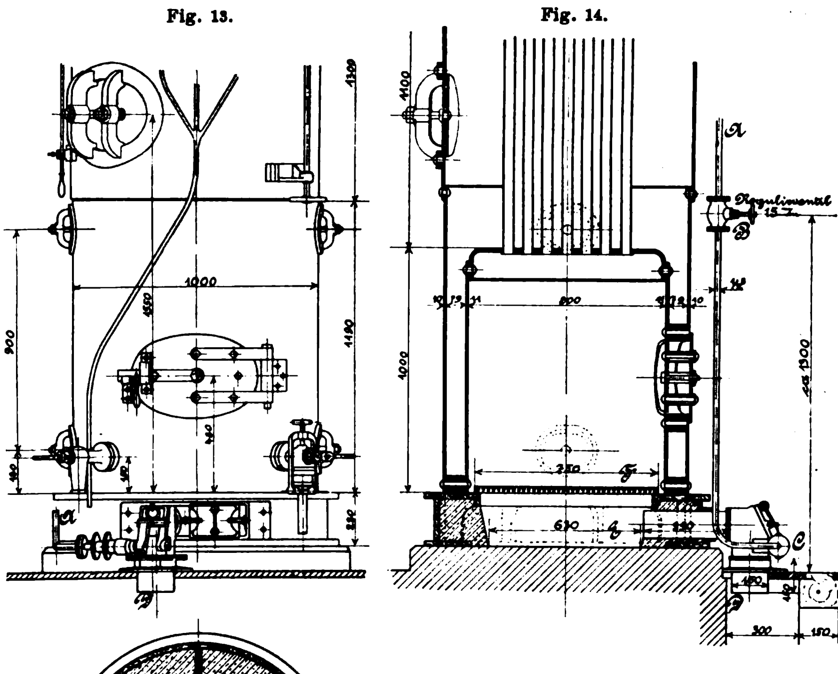
Die Fig. 13 bis 15 zeigen die Kudlicz-Feuerung an einem stehenden Wasserstationskessel der k. k. österreichischen Staatsbahn für die Wasserstation Kriegsdorf.

A ist die Dampfleitung für den Injektor *C*. Die Regulierung der Dampf- und Luftmenge erfolgt durch das Ventil *B*. Die Luft wird bei *D* angesaugt und in den geschlossenen Aschenraum *E* gedrückt. *F* ist der mit konischen Löchern versehene Rost.

Die k. k. österreichische Staatsbahnverwaltung verwendet die Kudlicz-Feuerung bei ihren zahlreichen stationären Kesseln hauptsächlich, um die Rauchkammerlösche der Lokomotiven als Brennmaterial verwerten zu können.

Während früher Fohnsdorfer, Buschtěhrader, Brucher oder ähnliche Kohle zur Anwendung kam, wird jetzt nur zum Anheizen eine derartige Kohle benutzt; sobald die Dampfentwickelung eingetreten ist, wird entweder reine Rauchkammerlösche, oder in einzelnen Fällen gleichartige Lösche, gemischt mit geringen Teilen minderwertiger Kohle verfeuert. Die Dampferzeugung ist dabei eine durchaus genügende. Die Verbrennungsrückstände sind vollkommen ausgebrannt.

Besondere Erwähnung verdient noch der Umstand, dass nach einer Mitteilung der k. k. Staatsbahndirektion in Innsbruck auch der Verbrauch an Rostplatten nur ein mässiger ist. Bei den 11 Kesseln, die in diesem Bezirke mit Kudlicz-Feuerung versehen sind, und damit zum Teil schon 5 Jahre arbeiten, war bisher nur in vier Fällen eine Erneuerung des Rostes oder eines Teiles desselben erforderlich; sonstige Ersatzstücke wurden nicht benötigt.



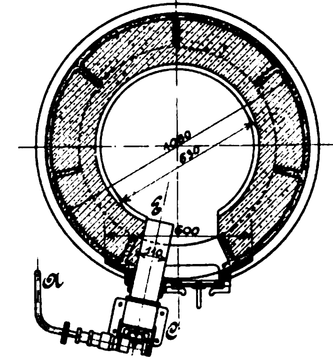


Fig. 15. Kudlicz-Feuerung an einem stehenden Wasserstationskessel.

Auch für Gasanstalten, Kohlenbergwerke und ähnliche Betriebe, welchen minderwertiges Brennmaterial oder noch brauchbare Verbrennungsrückstände unmittelbar zur Verfügung stehen, hat die Kudlicz-Feuerung hohe Bedeutung.

Die Fig. 16 und 17 zeigen die Feuerung an einem

liegenden Einflammrohrkessel von 24,5 qm Heizfläche der *Luxemburger Gasanstalt* in Luxemburg.

Die Bedeutung der eingezeichneten Buchstaben ist dieselbe, wie bei den Fig. 13 bis 15, so dass die Zeichnung ohne weiteres verständlich ist. Zur Feuerung wird in Gasanstalten hauptsächlich Koks und Koksgruss benutzt.

Die Entnahme der sich bildenden Schlacke muss durch die Feuerthür geschehen. Das lange Offenhalten der Feuerthür veranlasst aber nicht unbeträchtliche Verluste durch das Einströmen kalter Luft. Für sehr schlackenreiches Brennmaterial empfiehlt sich daher die Anbringung eines besonderen Schlackenrostes. Die Fig. 18 und 19 zeigen eine Schrägrostfeuerung System *Kudlicz*, welche mit einem derartigen Schlackenrost, der zugleich umgekippt werden kann, versehen ist.

Das Brennmaterial wird hier in einer besonderen Schüttvorrichtung L aufgegeben und gelangt durch Umwenden derselben in den Behälter J. Von hier aus gleitet das Brennmaterial infolge der Rostneigung auf die Entgasungsplatte H, oder wird von der Schürthüre K aus vorgestossen.

Auf der Entgasungsplatte H entweichen die am leichtesten flüchtigen Kohlenwasserstoffgase, die dann über das weiter vorn lagernde glühende Brennmaterial hinwegstreichen und verbrannt werden, bevor sich der Kohlenstoff in fester Form als Russ abscheiden kann.

Hinter der Entgasungsplatte H liegt der plattenförmige, mit konischen Oeffnungen versehene Rost F, der von dem Windkasten E aus die Verbrennungsluft erhält. Auf dem Rost F wird die Verbrennung beendet, so dass nur Schlacke und unverbrennbare Aschenbestandteile auf den Kipprost G gelangen. Vom Heizerstande aus kann dieser Rost gedreht werden, um die Schlacke und Aschenteile nach unten zu entleeren. Auch der Windkasten E ist am hinteren Ende unten mit einem Entleerungsstutzen versehen, der von vorn aus geöffnet und geschlossen werden kann.

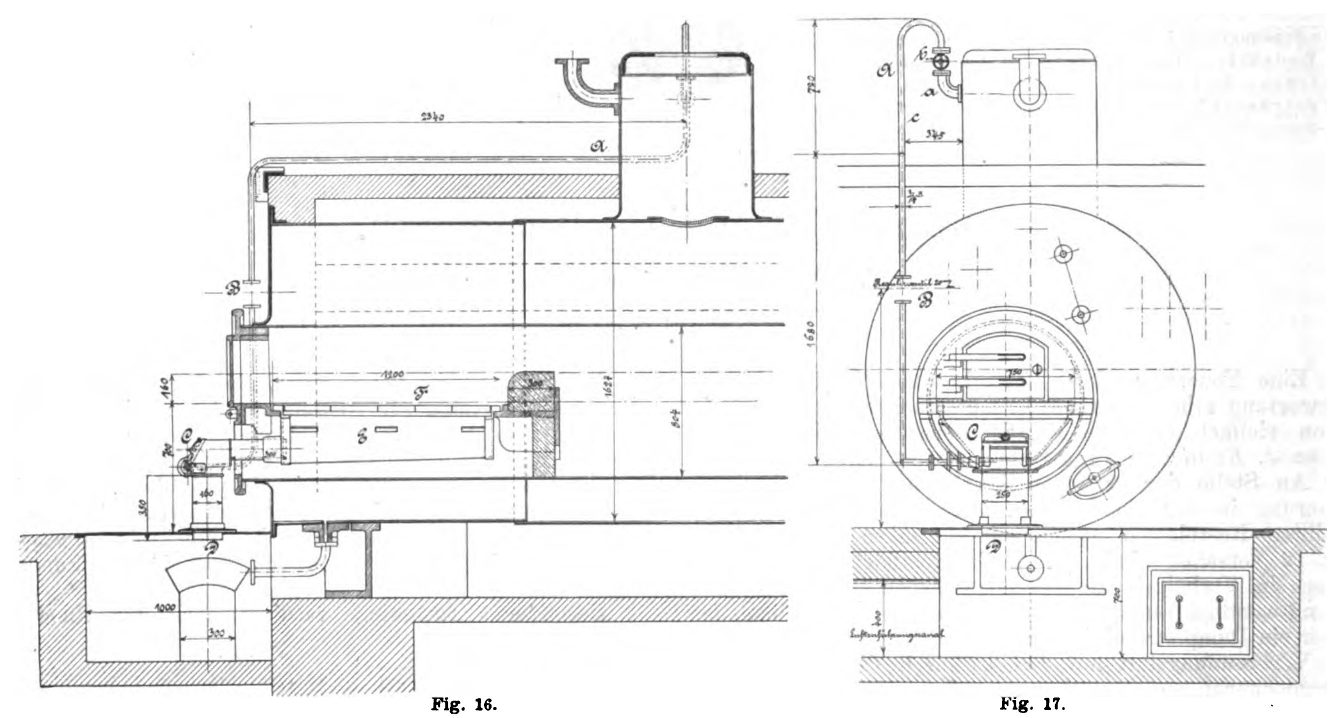


Fig. 16. Fig. 17.

Kudlicz-Feuerung an einem liegenden Einflammrohrkessel.

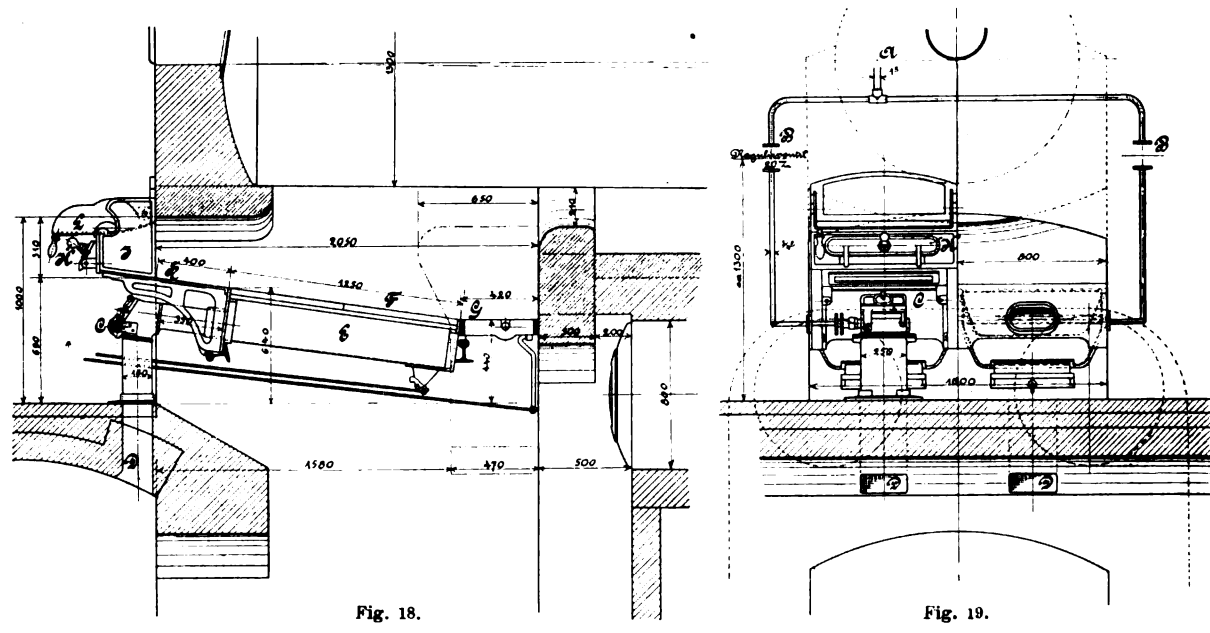


Fig. 18. Fig. 19.

Schrägrostfeuerung System Kudlicz.

Diese Schrägrostfeuerung, welche in den Fig. 18 und 19 nach der Ausführung für einen Bouilleurkessel von 50 qm Heizfläche und 2,672 qm Rostfläche für die *Ungarische allgemeine Kohlenbergbau-Aktiengesellschaft Sajbszentpéter* dargestellt ist, ergibt eine fast rauchfreie Verbrennung und eine gute Ausnutzung des Brennstoffes, der gewöhnlich aus



minderwertigen bezw. fast wertlosen Abfällen der Kohlenförderung besteht. Die Schrägrostfeuerung wird als Aussen- oder Unterfeuerung gebaut.

Für leichtere Brennstoffarten, z. B. für Braunkohlenstaub, Sägespäne, Lohe u. dgl., wird die Kudlicz-Feuerung auch als Treppenrostfeuerung gebaut. Eine derartige Ausführung ist in den Fig. 20 und 21 wiedergegeben, die eine Kudlicz-Feuerung für einen Doppeldampfraumkessel von 180 qm Heizfläche der *k. k. priv. Zuckerfabrik* in Dux darstellen. Die Einrichtung der Feuerung ist ähnlich der in den Fig. 18 und 19 dargestellten Schrägrostfeuerung.

Die Fig. 22 und 23 zeigen diese neue Kudlicz-Feuerung nach einem Entwurf für einen Einflammrohrkessel von 28 qm Heizfläche der Firma *Clayton und Schuttleworth* in Prag.

Die Feuerung besteht aus einer Schüttvorrichtung A, in welcher eine leicht bewegliche Platte B zum Herunterlassen des Brennmaterials auf den Rost eingebaut ist.

Der Schütttrichter läuft in schräger Richtung in den Feuerraum hinein, so dass durch Aufmachen der Klappe B leicht die nötige Menge des Brennstoffes in den Feuerraum gelangen kann.

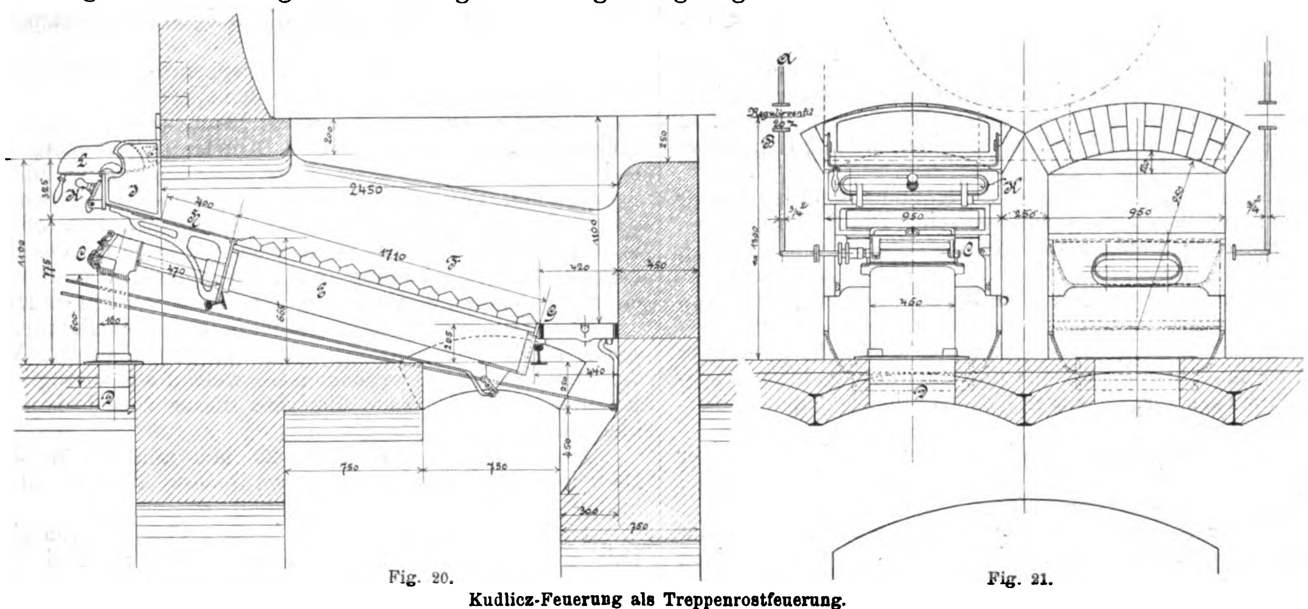


Fig. 20. Fig. 21.

Kudlicz-Feuerung als Treppenrostfeuerung.

Es ist wieder L die Schüttvorrichtung, J der Kasten zur Aufnahme des Brennmaterials, K die Schürthüre, H die Entgasungsplatte und F der stufenförmige Rost.

Gegenüber den gewöhnlichen Treppen- oder Stufenrosten ist hier hervorzuheben, dass keine Luftspalten vorhanden sind, da beide Flächen des satteldachartigen Roststabes vollständig geschlossen sind und nur die dem Kudlicz-Rost eigentümlichen konischen Durchlöcherungen aufweisen. Das Brennmaterial wird daher am Durchfallen gehindert und muss vollständig ausbrennen, so dass nur die Schlacke auf den hinten angeordneten Kipprost G anlangen kann.

Ausser den bisher behandelten Dampfstrahlunterwindfeuerungen baut die Firma *J. Kudlicz* in neuester Zeit auch eine ganz eigenartige Feuerung, die ohne Unterwind arbeitet und sich zur Verfeuerung aller üblichen Brennmaterialsorten eignet. Die in den bisher ausgeführten Verdampfungsversuchen nachgewiesene hohe Oekonomie dieser Feuerung lässt erkennen, dass mit dieser Neuerung thatsächlich ein weiterer Fortschritt auf dem Gebiete der Feuerungstechnik erreicht worden ist.

Das Brennmaterial bleibt zunächst auf dem vorderen Teile des Rostes liegen und gelangt hier zur Vorvergasung. In der vorn angebrachten Schürthür befindet sich eine kleine, leicht verschliessbare Oeffnung C, durch welche eine Kratze eingeführt werden kann, mit welcher das Brennmaterial allmählich nach hinten geschoben wird. Der

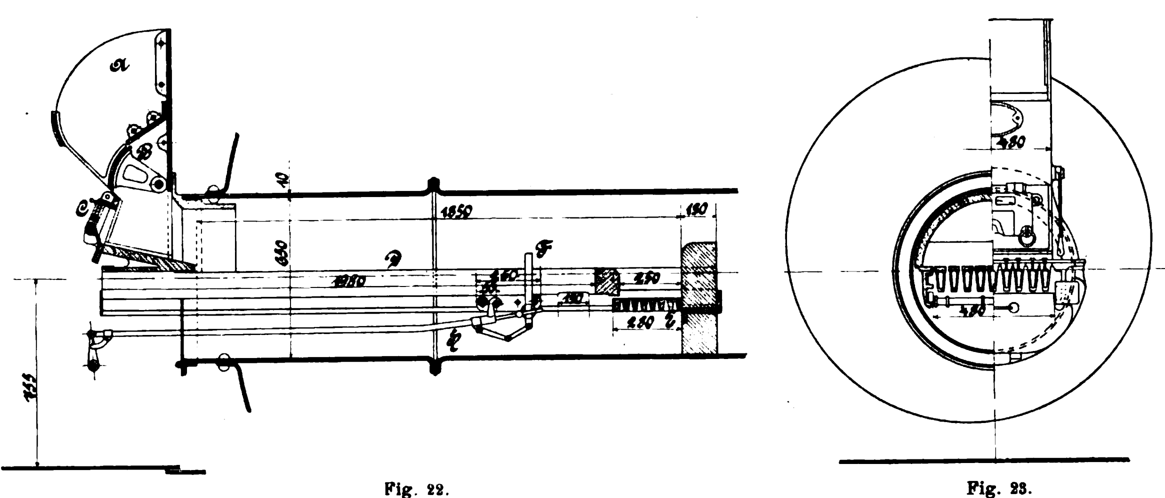


Fig. 22. Fig. 23.

Neue Kudlicz-Feuerung für einen Einflammrohrkessel.

Rost D besteht entweder aus vollen oder, wie in den Fig. 22 und 23 dargestellt, aus hohlen Roststäben, welche von der Verbrennungsluft durchströmt werden müssen. Der Aschenfall ist daher vorn ganz geschlossen. Die Luft strömt durch die vorn offenen Stäbe ein, gelangt nach hinten bis an den Schlackenrost E und strömt dann nach unten aus, um vorgewärmt durch die Rostspalten in den Feuerraum einzutreten.

Es wird auch beabsichtigt, durch die hohlen Roststäbe Wasser zu leiten. Eine solche Anordnung wäre wohl nur dann vorteilhaft, wenn das Wasser zugleich zur Kesselspeisung verwendet würde und keine andere Möglichkeit zur möglichst billigen Vorwärmung des Wassers vorhanden wäre. Aber auch dann dürfte nur ein Speisewasser verwendet werden, welches wenig Kesselstein ab-

setzt, da sich sonst die Hohlräume der Roststäbe leicht verstopfen würden.

Durch die Wasserkühlung lässt sich allerdings die Haltbarkeit der Roststäbe erhöhen, doch ist zu bedenken, dass auch eine gewisse Wärmemenge der Verdampfung entzogen wird, da meistens zur Vorwärmung des Speisewassers andere Wärmequellen (Abdampf — Kondenswasser) zur Verfügung stehen, die sonst unbenutzt bleiben würden.

Sollte das Kühlwasser der Roststäbe unbenutzt abfliessen, so dürften meistens die Kosten für die Wasserbeschaffung, sowie die Wärmeverluste den Vorteil überwiegen, der durch die etwas grössere Lebensdauer der Roststäbe erzielt wird.

Auch ist schliesslich noch zu berücksichtigen, dass die Anschlussstellen der Rohrleitungen meistens sehr leiden werden, besonders wenn sie unter Kesseldruck stehen, so dass sich bald Undichtigkeiten, Leckverluste und Reparaturbedürftigkeit zeigen würden.

Hiernach wird meistens die Kühlung mittels Wasser als wenig zweckmässig anzusehen sein. Die Kühlung durch Luft ist zwar weniger energisch, hat aber den Vorteil, dass keine Wärme vergeudet wird, ferner dass keine Nachteile durch Verstopfungen oder durch Undichtigkeiten von Anschlussstellen eintreten können.

Jedenfalls ist die Ausführung der Roststäbe überhaupt weniger ausschlaggebend für die Beurteilung dieser Feuerung, um so mehr, da dieser Konstruktionsgedanke keineswegs neu ist.

Der Schwerpunkt für die Beurteilung liegt vielmehr in der eigenartigen Weise, in der die Beschickung und Bedienung der Feuerung erfolgt.

Bei der Konstruktion der Feuerung lag offenbar der Gedanke zu Grunde, auch bei der Planrostfeuerung einen Verbrennungsvorgang zu schaffen, wie er sich bei Schräg- und Treppenrostfeuerungen infolge des selbstthätigen Nachrutschens des Brennmaterials von selbst ergibt.

Bei der Beschickung ist zunächst durch die Anwendung des Schütttrichters und der Klappe das Eindringen kalter Luft in die Feuerung nach Möglichkeit verhindert. Ferner soll unter der Einwirkung der Kratze eine solche Verteilung des Brennstoffes erreicht werden, dass das Brennmaterial in demselben Masse nach hinten geschoben wird, als es vergast. Die sich vorn entwickelnden leichtflüchtigen Kohlenwasserstoffgase müssen dann über das glühende Brennmaterial hinwegstreichen und verbrennen vollständig und fast rauchlos. Um die Bedienung der Feuerung möglichst zu erleichtern, ist unter dem Rost eine besondere Schürvorrichtung eingebaut.

An einem kleinen unterhalb des Rostes auf Rollen laufenden Wagen sind die Zähne F gelagert, welche durch die Rostspalten hindurch in das Brennmaterial hineinragen.

Diese Zähne können durch eine Stangenvorrichtung H, die an einem Haken an dem Wagen aufgehangen ist, etwas gedreht werden, so dass sie unter die Rostoberfläche zurücktreten.

Der Bedienende fährt mit der Schürvorrichtung bis an das hintere Ende des Rostes und schiebt mit den gehobenen Zähnen die hinterste ausgebrannte Partie des Brennmaterials auf den Schlackenrost E, der gewöhnlich durch Umkippen in den Aschenfall entleert werden kann. Hierauf wird die Vorrichtung mit gesenkten Zähnen wieder zurückgeschoben und die nächste Partie des Brennstoffes bis an das Rostende geschoben. Dieser Vorgang wiederholt sich so lange, bis das ganze Brennmaterial auf dem Rost um ein Stück nach hinten gelangt ist, während vorn neues Brennmaterial nachgeschoben wird.

Mit jeder Beschickung gelangt demnach das Brennmaterial ein Stück weiter, so dass es langsam mit der vorwärts schreitenden Verbrennung nach dem Schlackenrost gelangt. Der hintere Teil des Rostes ist daher stets mit hochglühendem Brennstoff versehen, während vorn hauptsächlich die Vergasung vor sich geht.

Es ist klar, dass hierdurch eine gute und fast rauchlose Verbrennung erzielt werden kann, und dass der Verbrennungsvorgang sich von demjenigen einer Schräg- oder Treppenrostfeuerung nur dadurch unterscheidet, dass das Brennmaterial nicht selbstthätig weiterrückt, sondern vom Heizer geschoben werden muss.

Die Vorteile der neuen Kudlicz-Feuerung sind daher hauptsächlich darin zu sehen, dass durch die Anwendung einer Schüttvorrichtung das Einströmen kalter Luft durch die Feuerthür während des Beschickens verhindert ist; ferner wird die Verbrennung durch die Benutzung der eigenartigen Schürvorrichtung eine sehr gute und fast rauchfreie; schliesslich findet durch die Anwendung hohler Roststäbe eine zweckmässige Vorwärmung der Verbrennungsluft statt. Infolge des geschlossenen Aschenkastens und der Vorwärmung der Verbrennungsluft wird auch der Nachteil, der sonst beim Schüren durch das übermässige Einströmen kalter Luft durch die freigelegten Rostspalten eintreten würde, beseitigt.

Gegenüber den Schräg- und Treppenrostfeuerungen besitzt die neue Kudlicz-Feuerung den Vorteil, dass sie als Innenfeuerung ausgeführt werden kann, und demnach die grösseren Ausstrahlungs- und Anwärmungsverluste der meistens als Aussen- bezw. Unterfeuerungen ausgeführten Schräg- und Treppenrostfeuerungen vermieden werden.

Andererseits muss jedoch abgewartet werden, ob die hohlen Roststäbe und besonders auch die unter dem Rost liegende Schürvorrichtung genügend dauerhaft sind, oder ob nicht häufige Reparaturen notwendig werden dürften.

Die Dampfkesseluntersuchungs- und Revisionsgesellschaft in Prag hat mit der neuen Kudlicz-Feuerung Verdampfungsversuche vorgenommen, welche ein vorzügliches Resultat ergaben. Dem Berichte dieser Gesellschaft sei hier das folgende entnommen.

Die Versuche wurden am 23. Mai und am 19. Juni 1900 in der Spiritusbrennerei von *Johann Vančura* „beim Stajgr" in Prag vorgenommen.

Die Feuerung befand sich in den Flammrohren eines Fairbairn-Kessels. Bei dem Versuche am 23. Mai 1900 war die Spiritusbrennerei im normalen Betriebe samt einer kleineren Maschine zum Antreiben der Dynamo mit einer Belastung von 35 Ampère und 120 Volt. Der Versuch selbst wurde auf die für ähnliche Versuche übliche Art durchgeführt.

Die Feuer wurden vor Beginn des Versuches gereinigt, desgleichen auch die Aschenkästen, der Betrieb wurde in den Beharrungszustand gebracht und bei einem bestimmten Stande des Wassers im Kessel und beim normal beschickten Roste der Versuch begonnen. Während der ganzen Dauer des Versuches wurde das Wasser in abgewogenen Gefässen gemessen und gleichzeitig auch die Kohle gewogen. Sämtliche Notierungen des Betriebes und der gesamten Temperatur der Gase u. s. w. wurden in Zeiträumen von je 20 Minuten gemacht. Aus jedem Gefässe der abgewogenen Kohle wurde etwas Brennstoff genommen, welcher dann zur chemischen Analyse diente; Aehnliches wurde mit der Asche durchgeführt.

Behufs Feststellung der einzelnen Wärmeverluste und Beurteilung der Richtigkeit der Verbrennung wurden die Rauchgase der chemischen Analyse unterzogen, wobei man sich des *Schwackhöfer*'schen Apparates bediente.

Die erzielten Resultate des Versuches sind behufs leichterer Uebersicht in der nachfolgenden Zusammenstellung gegeben.

Der Versuch dauerte von 8 Uhr früh bis 4 Uhr 5 Minuten nachmittags, somit	8,083	Std.
Kesselheizfläche	117,85	qm
Kesselrostfläche	2,63	„
Verhältnis der Rostfläche zur Heizfläche	1:44,81	
Wasser wurde im ganzen verdampft	9200,00	kg
per Stunde	1138,1	„
per Stunde und per Quadratmeter Heizfläche	9,65	„
Temperatur des Speisewassers (Durchschnitt)	51,5°	C.
Kohle wurde im ganzen während des Versuches verbrannt	1577,00	kg
per Stunde	195,1	„
per Stunde und per Quadratmeter Rostfläche	74,14	„
Dampfspannung im Kessel (Durchschnitt)	5,60	at
1 kg Kohle verdampfte Wasser	5,834	kg
Heizkraft der Kohle (laut der chemischen Analyse)	4355,0	Kal.
Abgegebene Wärmemenge	3524,3	„
Ausnutzung der Kohle in Prozent	80,92	
Nötige Luftmenge	7,033	kg
Verhältnis dieser zur wirklich verbrauchten	1:1,853	
Durch Kaminzug verbrauchte Wärmeverluste	790,73	Kal.
Durch unvollkommene Verbrennung	214,00	„



Bezüglich der Feststellung der Rauchbildung wurde eine eigene Stufenskala der Rauchintensität zusammengestellt, welche vier Stufen enthält, die der Reihe nach mit Zahlen bezeichnet werden: 1 rauchlos, 2 lichter Rauch, 3 grauer Rauch, 4 dunkler Rauch.

Die Rauchbildung wurde derart bestimmt, dass gleichzeitig bei den periodischen Notierungen des Versuches beim Betriebe auch die Intensität des Rauches notiert wurde; ausserdem wurden auch in Zeiträumen von je 5 Sekunden einigemal während des Versuches Notierungen vorgenommen, welche die ganze Periode auf dem Roste, d. h. von dem Herunterlassen der Kohle bis zu deren vollständiger Verbrennung enthalten.

Es ergab sich, dass die Feuerung entweder vollständig rauchlos (1) arbeitete, oder höchstens etwas lichten Rauch (2) entwickelte.

Auch das wirtschaftliche Ergebnis ist mit Rücksicht auf den erzielten hohen Wirkungsgrad von fast 0,81 ein ganz vorzügliches. Es muss jedoch hervorgehoben werden, dass die Zahlen dieses ersten Versuches, soweit die Wärmeausnutzung in Frage kommt, nicht ganz einwandsfrei sind, da die Summe aus der nutzbar gemachten Wärmemenge und den Wärmeverlusten durch den Kaminzug sowie durch unvollkommene Verbrennung grösser ist als der Heizwert des Brennstoffes ($3524,3 + 790,73 + 214,00 > 4355$). Um sicher zu sein, dass der nach obiger Zusammenstellung erzielte vorzügliche Wirkungsgrad der Kesselanlage von $\sim 0,81$ nicht etwa eine Folge von Beobachtungsfehlern sei, wurde die Ausführung eines zweiten Kontrollversuches als nötig bezeichnet.

Dieser zweite Versuch wurde am 19. Juni 1900 vorgenommen.

Die Spiritusbrennerei befand sich wieder im normalen Betriebe samt einer kleineren Maschine zum Antreiben der Dynamo mit einer Belastung von 35 Ampère und 120 Volt für die erforderliche Beleuchtung.

Das Speisewasser wurde in abgewogenen Gefässen unter beständiger dreifacher Kontrolle gemessen; in ähnlicher Weise wurde auch die Kohle während des ganzen Versuches gewogen.

Sämtliche Betriebsnotierungen, sowie Notierungen sämtlicher diversen Temperaturen, welche als Unterlage zu der weiteren Berechnung dienten, erfolgten in Perioden von 20 Minuten.

Die Kohle und die Asche wurden einer zweifachen chemischen Analyse unterzogen.

Zur Bestimmung und Konstatierung der einzelnen Wärmeverluste und zur Beurteilung der Richtigkeit der Verbrennung wurden die Rauchgase einer chemischen Analyse unterzogen; die zur Analyse dienenden Gase wurden mit genügend langer Aspirationszeit behufs Erreichung eines genauen Durchschnittes von deren Zusammensetzung angesaugt.

Die erzielten Resultate sind in der folgenden Zusammenstellung gegeben.

Beginn des Versuches 8 Uhr vormittags, Ende 3 Uhr 40 Minuten nachmittags, Dauer	7,40 Std.
Heizfläche des Kessels	117,85 qm
Rostfläche des Kessels	2,63 „
Verhältnis der Rost- zur Heizfläche	1:44,81
Wasser wurde während des Versuches verdampft	8215,0 kg
per Stunde	1072,4 „
per Stunde und per Quadratmeter Heizfläche	9,10 „
Kohle wurde während des Versuches verbrannt	1550,0 „
per Stunde	202,3 „
per Stunde und per Quadratmeter Rostfläche	76,66 „
Temperatur des Speisewassers 36° R.	45,0° C.
Dampfspannung im Kessel (Durchschnitt)	5,4 at
Temperatur der in den Schornstein entweichenden Gase	237,5° C.
hinter den Rohren	283,5° C.
Temperatur der Luft im Kesselhause	25,5° C.
Psychrometrische Differenz	6,7° C.
1 kg Kohle verdampfte Wasser	**5,3** kg
Heizkraft der Kohle (Durchschnitt aus zwei Analysen)	4034,0 Kal.
Abgegebene Wärmemenge	3224,5 „
Ausnutzung der Kohle	**79,93** %
Asche wurde abgewogen	11,03 %
Kohlenstoffgehalt der Asche	13,87 %
Zur Verbrennung nötige theoretische Luftmenge	5,983 kg
Verhältnis derselben zur wirklich verbrauchten	**1:1,477**
Anfangstemperatur auf dem Roste	1489,3° C.

Verluste: zur Zugentwickelung im Schornsteine	579,9 Kal.	14,37 %
durch unvollkommene Verbrennung	131,6 „	3,26 %
durch strahlende Wärme, unverbrannte Gase u. s. w.	98,0 „	2,44 %
Die Verluste betragen im ganzen	809,5 „	20,07 %

Die vorstehenden Ergebnisse bedeuten in der Hauptsache, soweit die günstige Wärmeausnutzung in Betracht kommt, eine Bestätigung der ersten Versuchsresultate. Der Wirkungsgrad beträgt auch diesmal fast 0,80, was als ein vorzügliches Resultat bezeichnet werden muss. Das Verhältnis der theoretisch notwendigen Luftmenge zur wirklich verbrauchten ist 1:1,477 und beweist, wie gering der Luftüberschuss ist; dementsprechend ist auch der Schornsteinverlust nur klein. Damit ist aber der Beweis erbracht, dass die Vorrichtungen, welche das Eindringen kalter überschüssiger Luft in die Feuerung verhindern sollten, ihren Zweck auch erfüllten.

Bei der Beurteilung der günstigen Ergebnisse muss allerdings noch in Betracht gezogen werden, dass die Beanspruchung des Kessels mit 9,1 kg Dampf für 1 qm Heizfläche in der Stunde ausserordentlich niedrig ist. Nicht nur, dass hierdurch eine weitgehendere Wärmeaufnahme seitens der Heizfläche und eine niedrige Fuchstemperatur erreicht werden kann, man ist auch infolge der schwachen Beanspruchung der Feuerung in der Lage, mit kleiner Brennschicht zu feuern, wodurch das Schüren erleichtert wird, was bei der eigenartigen Bedienungsweise nicht ohne Bedeutung ist.

Es wird daher zweckmässig sein, noch das Ergebnis von Versuchen abzuwarten, welche mit stark angestrengten Kesseln und Feuerungen angestellt werden müssten.

Doch lässt sich schon heute sagen, dass die neue Kudlicz-Feuerung zu einer der besten ihrer Art gehört.

Die Rauchentwickelung war bei dem zweiten Versuche die gleich günstige wie bei dem ersten Versuche; es wurde höchstens ein ganz lichter Rauch wahrgenommen, zum grössten Teile arbeitete die Feuerung rauchlos.

Ein dritter Versuch, der im wesentlichen die Ergebnisse der beiden ersten Versuche bestätigte, wurde von der *Dampfkesseluntersuchungs- und Versicherungsgesellschaft, A.-G. Wien*, am 17. Juli 1900 an derselben Anlage ausgeführt. Auch diesmal war die Beanspruchung der Kesselheizfläche mit 10,728 kg Dampf pro Quadratmeter und Stunde verhältnismässig gering, so dass die erzielten Resultate nicht ohne weiteres verallgemeinert werden dürfen.

Vor dem Beginn des Versuches hat man die Roste, sowie auch beide Aschenfalle gereinigt, der Betrieb wurde in normalen Zustand gebracht und bei festgestelltem Wasserstand im Kessel, welcher bei Beendigung des Versuches präzis eingehalten wurde, sowie auch bei gleichgestelltem Kohlenquantum in den Schüttgossen der Versuch begonnen.

Während der ganzen Versuchszeit wurde das Speisewasser in abgewogenen Gefässen gemessen und gleichzeitig die Kohle, sowie auch die nachher ausgetragene Asche und Schlacke gewogen.

Alle Notierungen wurden in gleichen Zeiträumen vorgenommen und es wurde die Dampfspannung, die Temperatur des Speisewassers, die Temperatur der Luft und des Psychrometers, sowie auch die der Rauchgase notiert.

Von der Kohle und Asche hat man eine Mittelprobe zur chemischen Analyse dem Laboratorium von Dr. *Nevole und Neumann* übergeben.

Die notierten und ermittelten Daten sind behufs leichterer Uebersicht in der nachfolgenden Zusammenstellung gegeben.

Datum des Versuches: 17. Juli 1900	
Heizfläche des Dampfkessels	117,85 qm
Rostfläche	2,63 „
Verhältnis der Heizfläche zu der Rostfläche	44,81:1
Anfang des Versuches: ¼10 Uhr vormittags	
Ende des Versuches: ¼6 Uhr nachmittags	
Dauer des Versuches	8,0 Std.



Bezeichnung des Brennstoffes: Braunkohle Nuss I aus dem Radetzky- und Florentini-Schacht bei Brüx	
Zusammensetzung des Brennstoffes:	
In 100 Gewichtsteilen ist enthalten:	
Kohlenstoff	46,88 %
Wasserstoff	3,46 %
Sauerstoff	17,01 %
Stickstoff	0,90 %
Wasser	25,92 %
Asche	5,83 %
Schwefel	0,00 %
Kalorischer Wert, nach *F. Fischer*'s Formel berechnet	4024,8 Kal.
Gesamtmenge der verbrauchten Kohle	1853,00 kg
Verbrauch der Kohle pro Stunde	231,65 „
„ „ „ „ und 1 qm Heizfläche	1,965 „
Verbrauch der Kohle pro Stunde und 1 qm Rostfläche	88,07 „
Heizfläche pro 1 kg Kohle und 1 Stunde	0,5088 qm
Gesamtgewicht der Asche und Schlacke	123,6 kg
Verbrennungsrückstände in Prozenten des Brennstoffes	6,67
Zusammensetzung der Verbrennungsrückstände:	
In 100 Gewichtsteilen ist enthalten:	
Kohlenstoff	60,45 %
Asche	39,55 %
Mittlere Dampfspannung (Ueberdruck)	6,18 at
Temperatur des gesättigten Wasserdampfes	165,03° C.
Mittlere Temperatur des Speisewassers	55,75° C.
„ „ der Luft	32,8° C.
Psychrometrische Differenz	8,5° C.
Mittlere Luftfeuchtigkeit in Gewichtsprozenten	0,19
„ Temperatur der Essengase zu Ende des I. Zuges	323,45° C.
Mittlere Temperatur der Essengase vor dem Schuber	243,0° C.
Zusammensetzung der trockenen Essengase am Ende des I. Zuges:	
In 100 Teilen ist enthalten:	
Kohlensäure	13,00 %
Kohlenoxydgas	0,00 %
Sauerstoff	5,5 %
Stickstoff	81,50 %
Zusammensetzung der trockenen Essengase vor dem Schuber:	
In 100 Teilen ist enthalten:	
Kohlensäure	11,00 %
Kohlenoxyd	0,00 %
Sauerstoff	8,00 %
Stickstoff	81,50 %
Gesamtmenge des Speisewassers	9556,1 kg
Speisewassermenge per Stunde	1194,5 „
„ „ „ und 1 qm Heizfläche	10,896 „
Speisewassermenge pro 1 kg verbrannter Kohle	5,1571 „
Nutzbar übertragene Wärmemenge pro 1 kg erzeugten Dampfes	601,08 Kal.
Nutzbar übertragene Wärmemenge pro 1 kg verfeuerter Kohle	3099,83 „
Speisewassermenge pro 1 kg verbrannter Kohle, reduziert auf 0 und 100° C.	5,0775 kg
Speisewassermenge pro 1 Stunde und 1 qm Heizfläche, reduziert auf 0 und 100° C.	10,728 „
Zusammensetzung der Feuergase im I. Zug auf 1 kg Brennstoff:	
Kohlensäure	1,573 „
Kohlenoxyd	0,000 „
Atmosphärischer Luft	2,085 „
Stickstoff	4,682 „
Wasserdampf	0,586 „

Gasmenge am Ende des I. Zuges pro 1 kg Brennstoff	8,926 kg
Wirklicher Luftverbrauch des I. Zuges pro 1 kg Brennstoff	8,161 „
Theoretischer Luftverbrauch zum wirklichen wie	1 : 1,393
Wärmekapazität dieser Gasmenge	2,288
Auf 1 kg Brennstoff entfällt im Fuchs:	
Kohlensäure	1,573 kg
Kohlenoxydgas	0,000 „
Atmosphärischer Luft	3,584 „
Stickstoff	4,628 „
Wasserdampf	0,589 „
Gasmenge im Fuchs aus 1 kg Brennstoff	10,374
Wärmekapazität dieser Gasmenge	2,631
Zugeführte wirkliche Luftmenge im ganzen	9,586
Theoretischer Luftverbrauch zum wirklichen wie	1 : 1,638
Wärmekapazität der zugeführten Luftmenge	2,2855
Durch die Verbrennungsluft zugeführte Wärmemenge	74,96 Kal.
Durch die Essengase abgeführte Wärmemenge	639,33 „
„ „ Esse verlorene Wärmemenge	564,36 „
Aschenfallverlust	325,62 „
Verlust durch Kohlenoxydbildung	0,00 „
Summe aller aufgewiesenen Verluste	889,98 „
„ nicht aufgewiesener Verluste	35,00 „
Von 4024,8 Kalorien des Brennstoffheizwertes wurde wirklich ausgenutzt	77,01 %
Durch die Esse verloren gegangen	14,02 %
Aschenfallverlust	8,09 %
Durch unvollkommene Verbrennung verloren	0,00 %
Die nicht ausgewiesenen Verluste betragen	0,88 %
	100,00 %

Das Resultat des Versuches bei 77,01 % Brennstoffausnutzung und bei vollkommen rauchlosem Betriebe während der ganzen Versuchszeit muss als sehr glänzend bezeichnet werden.

Da die neue Kudlicz-Feuerung als Innenfeuerung gebaut wird, so eignet sie sich hauptsächlich für Brennstoffe, die bei der Verbrennung eine hohe Temperatur entwickeln, und daher die unmittelbare Abkühlung an den Heizflächen des Feuerraumes ertragen können, ohne dass der Verbrennungsvorgang hierdurch nachteilig beeinflusst würde; auch darf bei dieser Feuerung das Brennmaterial stark schlackenbildend sein, da die Schürvorrichtung eine gründliche Reinigung gestattet, ohne dass viel kalte Luft einströmen kann.

Die neue Kudlicz-Feuerung könnte nun auch für Brennstoffe, welche mit geringerer Temperaturentwickelung verbrennen, als Vorfeuerung gebaut werden, doch sind dann selbstverständlich Schräg- oder Treppenrostfeuerungen vorzuziehen, weil sich bei diesen der der neuen Kudlicz-Feuerung eigentümliche zweckmässige Verbrennungsvorgang von selbst ergibt, ohne dass es nötig wäre, eine besondere Schürvorrichtung bedienen zu müssen.

Der Vorteil der Schräg- und Treppenrostfeuerungen als Aussenfeuerungen besteht darin, dass die Mauerungen einen grossen Teil der Wärme aufspeichern, den sie sofort abgeben, wenn aus irgend einem Grunde die Temperatur im Feuerraum sinken sollte. Die Temperatur wird demnach eine mehr gleichmässige Höhe aufweisen. Sie wird auch relativ höher sein müssen als bei einer Innenfeuerung, da die Verbrennungsprodukte nicht sofort mit Heizflächen in Berührung kommen. Beides ist für geringwertige Brennstoffe mit niedriger Verbrennungstemperatur von grösster Wichtigkeit.

(Fortsetzung folgt.)

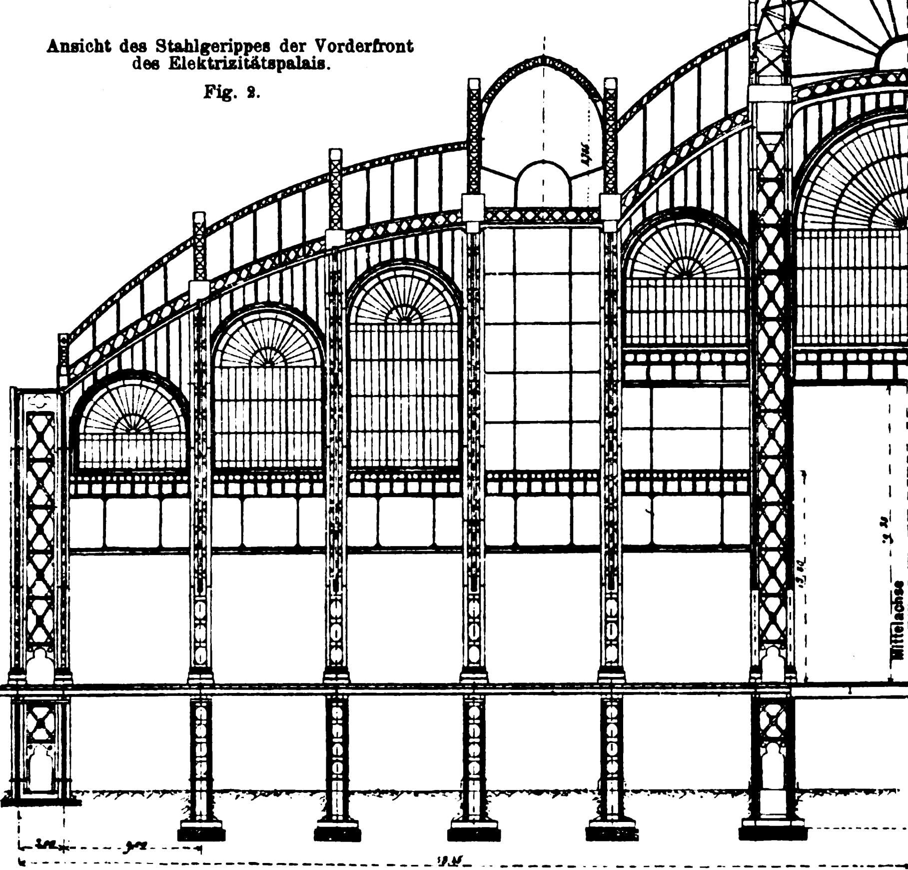
Weltausstellung Paris 1900.

Das „Elektrizitätspalais" und der Saal der Täuschungen.

Es ist an dieser Stelle bereits mehrmals von dem *Elektrizitätspalais* die Rede gewesen (vgl. S. 249 und S. 315 d. Bd.), dessen breite Giebelfront hinter dem Wasserschloss emporragend mit dem letzteren ein architektonisches Ganzes und zugleich den prächtigen Abschluss des Innenraumes der Paläste am Marsfelde bildet. Das Entstehen dieses Zierbaues ist auf den Umstand zurückzuführen, dass für die diesjährige Weltausstellung bekanntlich das Gruppensystem angenommen und im Zusammenhange damit von vorhinein festgestellt worden war, für jede der 18 Gruppen



thunlichst ein eigenes Palais zu errichten. Unter diesen Gruppen sollte natürlich der angewandten Elektrizität ein Platz in den vordersten Reihen gesichert werden, sowohl wegen der verhältnismässigen Neuheit des Gebietes, als in Berücksichtigung der ganz aussergewöhnlichen Fortschritte, welche die einschlägige Industrie im Laufe der letzten 20 Jahre gemacht hat. Mit Rücksicht darauf entschloss man sich, das Elektrizitätspalais vor der grossen, von der letzten Pariser Weltausstellung 1889 stehen gebliebenen Maschinenhalle aufzustellen, als Mitteltrakt des von den Palästen des Marsfeldes gebildeten Hufeisens. Allein die Wahl dieser Stelle bot insofern nennenswerte



Ansicht des Stahlgerippes der Vorderfront des Elektrizitätspalais.

Fig. 2.

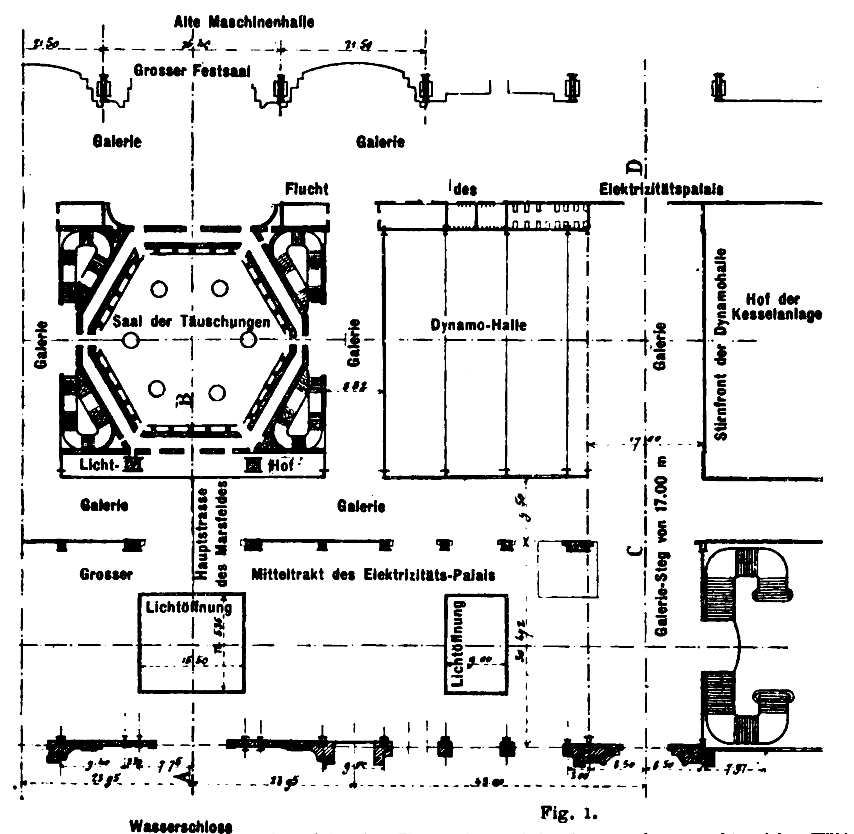


Fig. 1.

Grundriss des Elektrizitätspalais (Obergeschoss, rechtsseitige Hälfte).

Schwierigkeiten, als notgedrungen in nächster Nähe auch die Kesselanlagen untergebracht werden mussten (vgl. S. 181 d. Bd.), welche zusammen mit den in den Räumen des Elektrizitätspalais aufzustellenden Kraftmaschinen grosse Mengen von Betriebswasser nötig hatten. Behufs Deckung dieses Bedarfes musste zuvörderst am Seineufer ein Wasserwerk errichtet werden, und es machte wenig Unterschied in den Anschaffungs- und Betriebskosten dieses Werkes, wenn es für eine etwas reichliche Leistungsfähigkeit eingerichtet wurde. Es lag ja auch der Gedanke ganz nahe, die für die Kessel und Dampfmaschinen — welch letztere, wie an dieser Stelle bereits öfter schon besprochen wurde, ausnahmslos mit Kondensation arbeiteten — aufzuwendenden riesigen Wassermassen vorher zur Erzeugung dekorativer Wirkungen auszunutzen. Als Folge dieser Erwägung entstand der Plan des *Wasserschlosses* mit seinen vorliegenden Becken und Kaskaden (vgl. Fig. 16 auf S. 315 d. Bd.) und des hinter demselben liegenden Mitteltraktes des Elektrizitätspalais. Letzteres, dessen Grundriss Fig. 1 ersehen lässt, umfasst in seiner Gesamtheit (vgl. auch Fig. 22 S. 182 und Fig. 7 S. 310 d. Bd.) eigentlich vier getrennte Bauwerke, die von der ehemaligen, jetzt als Ausstellungsraum für die Gruppen VII und X, *Ackerbau und Lebensmittel*, und für den grossen *Festsaal* ausgenutzte Maschinenhalle durch eine 3,363 m breite Quergalerie getrennt sind. Als erstes dieser Bauwerke ist der sogen. *Saal der Täuschungen* anzuführen, dessen Achse mit der Mittelachse des Marsfeldes und des vorgedachten grossen *Festsaales* zusammenfällt. Die rechts und links den *Saal der Täuschungen* flankierenden Flügel, die sogen. Dynamohallen (Fig. 1; vgl. auch Fig. 15 S. 315 d. Bd.), erstrecken sich bis zum Hofraum der beiden nachbarlichen Kesselhäuser und bilden hier, parallel zur Längsachse des Marsfeldes, je eine Galerie von 17 m Breite, während sie von dem Saal der Täuschungen beiderseits durch eine 8,82 m breite Galerie getrennt sind. Vor diesen drei Baulichkeiten, welche zusammen eine Länge von 158 m und eine Breite von 45 m besitzen, dehnt sich der grosse Haupttrakt des Elektrizitätspalais (Fig. 1 bis 3) aus, in einer Länge von 30,472 m und einer Breite von 158,0 m; zwischen demselben und den vorher angeführten Teilen des Palais liegt eine 9,5 m breite, für sich überdachte Quergalerie. Weil nun lediglich die Vorderseite des breitgestreckten Haupttraktes frei sichtbar und durch eine aussergewöhnlich reiche Fassade gekennzeichnet ist, wird in der Regel vorwiegend dieser Teil unter dem Namen *Elektrizitätspalais* verstanden. Bei der architektonischen Ausgestaltung der eben erwähnten, dem Eiffel-Turm bezw. dem Inneren des Marsfeldes zugewendeten Front handelte es sich sowohl um die harmonische Verbindung der Paläste an den beiden Längsseiten des Marsfeldes, als um den rahmenartigen Anschluss an das Wasserschloss. Behufs Lösung dieser Aufgabe musste

man in erster Linie darauf Bedacht nehmen, den nächst der Mittelachse des Marsfeldes befindlichen Teilen des Gebäudes eine imposante Höhe zu geben. Nachdem aber rechts wie links doch wieder der Anschluss an die niedrigeren Galerien der neuen Hallen für Maschinen und für chemische Industrien gefunden werden musste, so ergab sich von selbst — weil man nicht wieder auf einen Kuppelbau zurückgreifen wollte — die Entwickelung der Front als riesiger Ziergiebel. An demselben (Fig. 2) finden sich in der aus dem stählernen, durch Zinkblechornamente und Glaseinsätze verzierten Fachwerk hergestellten Fassade drei Hauptmotive, nämlich in der Frontmitte eine von Säulen getragene Halbrosette von 13 m Durchmesser, deren Scheitel 58,50 m über dem Erdboden liegt, und mit seiner Abkrönung als Sockel für eine die Elektrizität darstellende, fast 10 m hohe Figur (vgl. Fig. 16 S. 315 d. Bd.) dient; ferner eine fächerförmig verzierte, von einem Spitzbogen überspannte Pylone, und schliesslich — über der „17 m-Galerie" — ein Rundbogenabschluss. Diese drei Motive sind durch geneigte, ungleich hohe Zwischenfriese einheitlicher Ornamentik verbunden und natürlich auf den beiden Fronthälften symmetrisch durchgeführt. Wie diese eigentümliche, aber zweifellos sehr gelungene, auch bei Tag einen prächtigen Abschluss des Marsfeldes bildende Fassade namentlich bei Nacht infolge der elektrischen Beleuchtung der Hauptkonturen und der Glaseinsätze durch farbige Glühlichtlampen, sowie der Skulpturen durch Scheinwerfer zu einer märchenhaft glänzenden Geltung gebracht wird, haben wir bereits S. 249 d. Bd. des Näheren dargelegt.

Der Entwurf und die künstlerische Ausarbeitung des Elektrizitätspalais rührt von *Hernard*, dem bekannten und hervorragenden Hilfsarchitekten der Ausstellungsdirektion her und verdient um so rückhaltslosere Anerkennung, als es hierbei, wie bereits weiter oben hervorgehoben wurde, nicht geringe Schwierigkeiten zu überwinden gab. Die Ausmittelung, Berechnung[1]) und Aufstellung des Metallgerippes für den Haupttrakt war der Firma *Baudet, Danon und Co.* übergeben, jene für die beiden Dynamohallen und die angrenzenden Galerien der *Eisengewerksgesellschaft Franche-Comté*. Besondere Schwierigkeiten der Konstruktion bot, abgesehen von dem *Saal der Täuschungen*, der später für sich besonders besprochen werden wird, nur der vordere Haupttrakt, und zwar namentlich in seinem Mittelfelde, an das sich rechts wie links je fünf weitere Felder anschliessen. Tragpfeiler und Gesperre im Mittelfelde sind ersichtlichermassen nicht nur von ganz aussergewöhnlicher Höhe, sondern haben auch Zierwerk von grossem Gewichte, sowie die schwere Figurengruppe zu tragen. Hier sind die als Fachwerksträger aus Stahlblech hergestellten Pfeiler der Tragjoche 43,50 m hoch, 2,30 m breit, 2,50 m tief unter der Fussbodensohle mit verankerten Fussplatten auf 0,75 m hohen Untermauerungen gestellt und in Cementguss gegesetzt. Zur Verbindung der beiden Pfeiler in der Vorderwand dienen, wie Fig. 2 zeigt, ein wagerechter Gitterträger, ein Rundbogen, ein Flachbogen und zu oberst die Halbrosette, während bei der im allgemeinen wesentlich einfacheren Wandverbindung an den beiden rückwärtigen Pfeilern die Rosette fehlt. Vom vorderen zum rückwärtigen Pfeilerpaar vermitteln die Verbindung zwei hufeisenförmige Gitterträger (Fig. 3) von 29,072 m Spannweite, auf welchen in Abständen von 2,77 m insgesamt 11 sattelförmige Dachgesperre sitzen. Entsprechend ihrer geringeren Höhe und weitaus geringeren Inanspruchnahme haben die Querschnitte der Tragpfeiler der weiteren Seitenfelder wesentlich geringere Abmessungen erhalten; diese Pfeiler werden an den Längsseiten des Gebäudes (Fig. 2) teils durch mehrere wagerechte Gitterträger, teils durch Rund- oder Spitzbögen und Bogensegmente zur Wand zusammengefügt, während sie im Saalinneren (Fig. 3) Paar für Paar mit Hilfe ebensolcher hufeisenförmiger Gitterträger verbunden sind, wie im Mittelfelde. Eine weitere Versteifung erhalten die Joche sämtlicher Felder durch die das Untergeschoss vom Obergeschoss trennenden Deckenträger, welche 0,95 m hoch

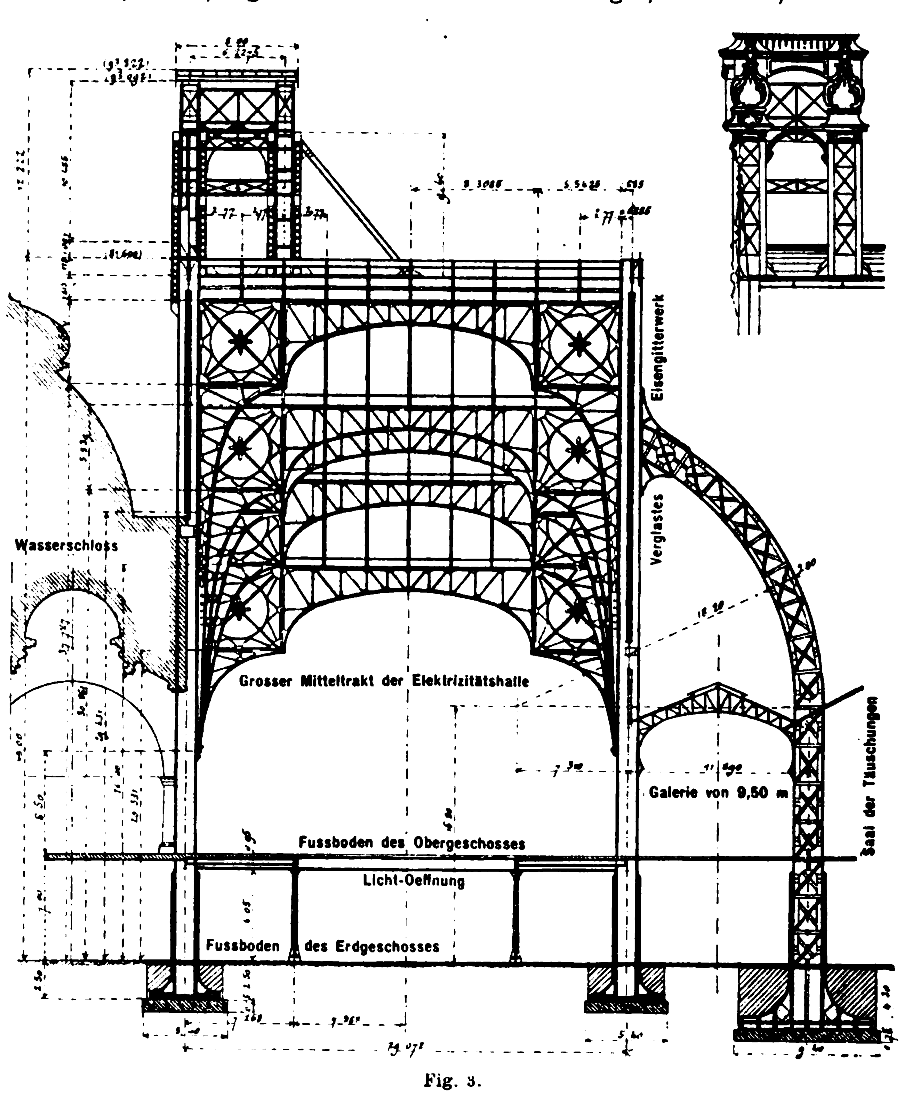


Fig. 3.

Querschnitt A B (Stahlgerippe des Haupttraktes).

und durch je zwei 6,5 m hohe Tragsäulen (Fig. 3) unterstützt sind. In dieser Decke ist im Mittel des Gebäudes (vgl. Fig. 1 und 3) eine Lichtöffnung von 14,5 m Länge und 15,5 m Breite ausgespart und ebenso rechts wie links 42 m von der Mittelachse entfernt noch je eine solche von 14,50 m Länge und 9,00 m Breite. Um das Mittelfeld, dessen Konstruktion im wesentlichen nur für die senkrechte Inanspruchnahme berechnet ist, auch gegen den Winddruck angemessen zu versichern, erachtete man es für geboten, die beiden Tragjoche durch je einen besonders kräftigen Strebepfeiler zu verstärken, welche sich in einem kleinen Lichthofe erheben, der hinter der 9 m breiten Quergalerie durch das Zurückrücken der Vorderwand des *Saales der Täuschungen* gewonnen worden war. Den Ausstellungsbesuchern sind also diese beiden schwanenhalsförmigen Strebepfeiler nicht sichtbar; dieselben stehen mit verankerten, kassettenartig angeordneten Fussgestellen auf

[1]) Eine sehr eingehende Darlegung der eingehaltenen Berechnungsmethode gibt der Inspektor des Konstruktionskontrollbureaus der Ausstellung, *René Weil*, in *Le Génie civil* vom 1. September 1900 S. 319 ff.

9,40 m breiten, 4,50 m langen, 0,75 m tiefen Konkretuntermauerungen, 3,73 m unter der Sohle des Erdbodens. Ihre Anordnung ist diejenige von turmförmigen Fachwerksträgern mit rechteckigem Querschnitte; sie sind 2 m lang, 2,3 m breit und vom Fusse bis zur Verbindungsstelle 44,30 m hoch, während die letztere in jenem Punkte, wo die Achse des Strebepfeilers den Stützpfeiler des Mittelfeldjoches trifft, 37,56 m über dem Erdbodenniveau liegt.

Ursprünglich hatte die bauausführende Gesellschaft beabsichtigt, zur Durchführung des Aufbaues die Decke des Erdgeschosses als Basis für die Montierungsgerüste auszunutzen, allein für diesen Zweck würden die Deckenträger wesentlich zu verstärken gewesen sein. Man zog es vor, die bezüglichen Mehrkosten zur Beschaffung von Holzstützen aufzuwenden und die Montierungsgerüste auf gewachsenen Boden zu stellen. Da ferner die Bauarbeiten in den angrenzenden Gebäuden so wenig als möglich gestört werden sollten, erschien es von vorhinein geboten, die Montierung vom Innenraume aus durchzuführen, zu welchem Ende für das Mittelfeld ein eigenes unverschiebbares Gerüst (Fig. 4) errichtet und für die rechts und links vorhandenen weiteren fünf Felder je ein fahrbares Gerüst von der durch Fig. 5 und 6 gekennzeichneten Anordnung hergestellt wurde. Die letzteren, welche der Breite des betreffenden Traktflügels entlang verschoben werden konnten, liefen mit acht Rädern auf zwei Schienensträngen, die auf untermauerten hölzernen Längsschwellen befestigt waren. Für alle drei Gerüste zusammengenommen betrug der erforderliche Holzaufwand nicht weniger als 789 cbm, von denen 337 cbm auf das feststehende und je 226 cbm auf die beweglichen Gerüste entfielen. In Anbetracht des Umstandes, dass die beim Montieren zu hebenden Teile des Stahlgerippes zumeist nennenswerte Abmessungen und ein bedeutendes Gewicht besassen, hatte man auf den Arbeitsböden der Montierungsgerüste stets zwei oder auch vier mit kräftigen Winden versehene Hebeböcke aufgestellt. Im wesentlichen vollzogen sich nun die Aufstellungsarbeiten in nachfolgender Weise: Nachdem die Pfeilerfüsse mittels am Fussboden aufgestellter Hebezeuge versenkt, in die richtige Lage gebracht, genügend hoch angeschäftet, eingemauert und verschüttet waren, fuhr man fort, die Pfeiler weiter auszugestalten, wobei die Werkstücke mit den Hebemaschinen der Gerüste gehoben und von den letzteren aus, die zu diesem Zwecke mehrere Arbeitsböden besassen, an Ort und Stelle gebracht und vernietet wurden. Gleichzeitig trug man Sorge, nach Massgabe der fortschreitenden Pfeilerhöhen die versteifenden Längs- und Querkonstruktionen zu versetzen. Wo dies nicht sofort möglich war, wie beispielsweise bei bogenförmigen Zwischenträgern o. dgl., wurden unterdessen mittels Holzbalken, die als Streben oder Schliessen zu wirken hatten, straffe, unverrückbare Verbindungen improvisiert. Diese Massnahme war nötig, um allen Gebäudeteilen, namentlich aber den Tragpfeilern ihre genau richtige Lage zu sichern, da sich unter den einzufügenden Werkstücken solche bis zu 3000 kg Eigengewicht befanden, die beim Montieren ihren Platz ohne nachträgliche Berichtigungen genau so vorfinden mussten, als es die Pläne vorschrieben. Das sorgsame Richten der Pfeiler begann natürlich gleich beim Versetzen der Pfeilerfüsse, wobei man die Einstellung durch Unterlagplatten oder Zwischenkeile aus Blei aufs genaueste fixierte. Aber auch weiterhin wurde bei jedem frisch anzuschäftenden Stücke das Richten neuerlich vorgenommen und die gehörige Lage mit Hilfe der vorerwähnten Holzverspreizungen gesichert. Ein nachträgliches Rücken oder Drehen der bereits aufgestellten Pfeiler war ja ausgeschlossen; dank dem strengen Vorgehen bei der Montierung wurde denn auch selbst im Mittelfelde der Parallelismus und die senkrechte Lage in den Jochen so genau gewahrt, dass schliesslich beim Aufsetzen der hufeisenförmigen Verbindungsträger weder Zulagen noch Zwischenkeile oder sonstige Berichtigungsmittel zum Anpassen erforderlich waren. Es ist das in der That ein geradezu glänzendes Ergebnis, wenn man die riesige Höhe der Pfeiler des Mittelfeldes in Betracht zieht. Das

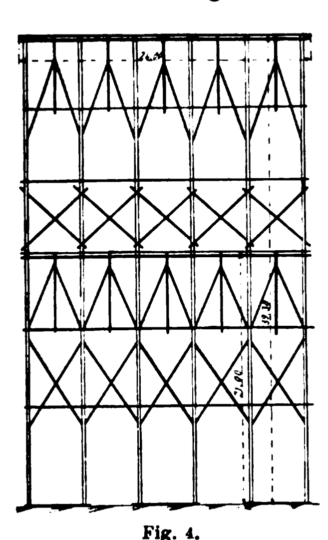


Fig. 4.
Seitenansicht des feststehenden Montierungsgerüstes.

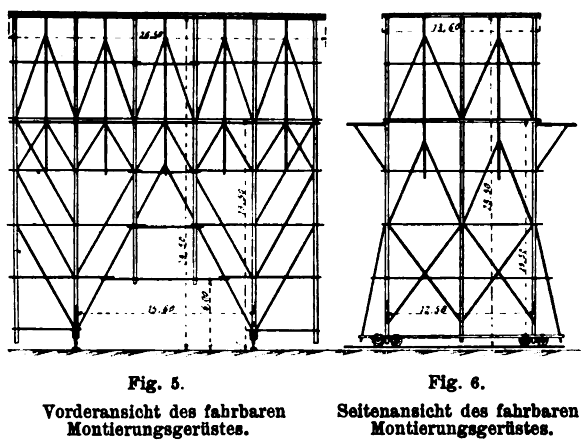


Fig. 5. Vorderansicht des fahrbaren Montierungsgerüstes.

Fig. 6. Seitenansicht des fahrbaren Montierungsgerüstes.

fixe Montierungsgerüst des Mittelfeldes mass parallel zur Fassade des Bauwerkes 24,00 m und im Inneren des Saales 26,50 m; der oberste Arbeitsboden lag 39,30 m über dem Fussboden und wurde von 24 starken Holzsäulen getragen, die durch Querbalken, Stützen und Kreuzbänder nach der in Fig. 4 gekennzeichneten Anordnung versteift und gesichert waren. Zur Montierung der unteren Hälfte des Stahlblechgerippes im Mittelfelde benutzte man jedoch einen Arbeitsboden, der sich nur ungefähr 20 m über dem Boden befand; anfänglich hatte überhaupt das in Rede stehende Gerüst diese Höhe und erst später wurde der obere Teil aufgesetzt. Für jene Teile der Mittelfeldfassade und der Dachkonstruktion, für welche auch der obere Arbeitsboden nicht hoch genug lag, stellte man auf dem letzteren noch besondere Böcke und Hebezeuge auf. Von den zwei fahrbaren Gerüsten (Fig. 5 und 6) hatte jedes eine Breite von 13,60 m und eine Länge von 26,50 m. Die beiden Schienenstränge ihrer Fahrbahn lagen 15,60 m voneinander. Der obere Arbeitsboden befand sich 28,50 m, ein zweiter 19,50 m über dem Fussboden. Beim Beginn der Aufstellungsarbeiten standen alle drei Gerüste nebeneinander, wodurch es möglich wurde, die fünf mittleren Felder des Haupttraktes des Elektrizitätspalais gleichzeitig zu montieren. In dieser Periode war das mittlere, unverschiebbare Gerüst nur bis zum ersten, tieferen Arbeitsboden hergestellt; nach Fertigstellung des bezeichneten Gebäudeteiles wurden dann die fahrbaren Gerüste bis zum tieferen Arbeitsboden abgetragen und behufs Montierung der weiteren Felder nach Bedarf seitlich fortgerückt. Das Aufstellen und Richten der unteren Teile der beiden Strebepfeiler des Mittelfeldes (vgl. Fig. 3) geschah in derselben Weise, wie bei den Tragpfeilern, die weitere Ausführung erfolgte aber erst nach Vollendung der beiden Joche des Mittelfeldes, weil man die letzteren zur Anbringung eines 11 m nach rückwärts über die 9 m-Galerie vorspringenden Gerüstes benutzte, von dem aus mittels Winden und Hängegerüsten das Heben der zu den Strebepfeilern gehörigen Werkstücke bezw. das Montieren der beiden Strebepfeiler durchgeführt wurde. Auch hierbei ist man mit solcher Genauigkeit vorgegangen, dass das Einfügen der Widerlagsschuhe, wie überhaupt der ganze Anschluss der beiden Strebepfeiler an den zugehörigen Tragpfeilern ohne weiteres vorgenommen werden konnte, und nicht die geringste aussergewöhnliche Vornahme zum Anpassen erforderlich machte.

Wenig ist über die Ausführung der beiden Dynamohallen und der Zwischengalerien hervorzuheben, da sie gegenüber ähnlichen Bauwerken nichts Absonderliches aufweisen, es dürfte daher genügen, diesbezüglich auf S. 315 und Fig. 15 S. 314 d. Bd. zu verweisen.

In der Mitte zwischen den beiden Dynamohallen (vgl. Fig. 1) befindet sich der *Saal der Täuschungen*, auf welchen

Platz dieses eigenartige Bauwerk insofern volles Anrecht besitzt, als es ausschliesslich dem Zwecke dient, die wunderbar günstige Verwertung des elektrischen Lichtes unter gewissen dekorativen Vorbedingungen im grossartigen Massstabe zur Anschauung zu bringen. Der *Saal der Täuschungen* reiht sich also nach Aufgabe und Anordnung an die Hauptfassade des Elektrizitätspalais nebst dem Wasserschlosse an, lediglich mit dem Unterschiede, dass dieselben augenberauschenden Wirkungen, welche letzterenorts im Freien und mit Hilfe von bewegten Fluten und stürzenden Wassern zu stande kommen, ersterenorts im geschlossenen Raume mit Hilfe von Spiegelwänden hervor-

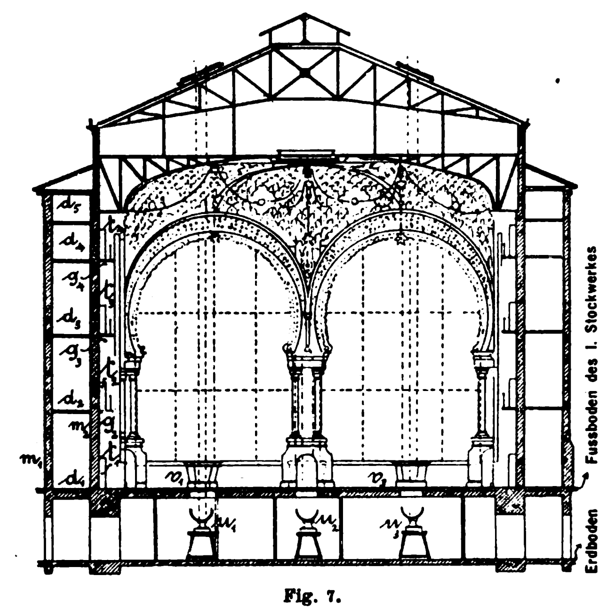


Fig. 7.
Querschnitt des Saales der Täuschungen.

gerufen werden. Den Zuweg zum *Saal der Täuschungen*, dessen Fussbodenniveau mit jenem des ersten Geschosses der übrigen Teile des Elektrizitätspalais zusammenfällt, vermitteln einerseits sämtliche anstossenden Galerien des in Rede stehenden Geschosses, dann aber auch die Monumentalstiege des dahinter liegenden *grossen Festsaales* und vier in den Winkeln des Saalbaues (vgl. Fig. 1) eingefügte Treppen. Der Grundriss des Saalbaues bildet ein gleichseitiges Sechseck, das um einen Kreis von 11 m Halbmesser umschrieben ist, so dass also die lichte Weite zwischen den gegenüber liegenden Saalwänden 22 m beträgt. Die aus Ziegeln erbauten Wände bestehen aus zwei 3,30 m voneinander abstehenden parallelen Mauern m_1 und m_2 (Fig. 7), welche vom Erdbodon bis zum Dache eine Höhe von 40 m besitzen und von Mauer zu Mauer durch fünf Geschossdecken d_1 bis d_5, die rings um das ganze Gebäude laufen, versteift und verbunden sind. Um diese Rundgänge erreichen zu können, ist zwischen den beiden Mauern in jedem der Stockwerke für jede Gebäudehälfte eine eigene schmale, dem Publikum nicht zugängige verborgene Treppe vorhanden. Die innere der beiden Hauptmauern hat bis zur Dachhöhe an jeder Sechseckseite fünf senkrecht angebaute Streben (vgl. Fig. 1 und 10), welche zur Befestigung der eigentlichen Wände, d. h. der sichtbaren Wandverkleidungen dienen, die, insoweit sie nicht aus Spiegeltafeln bestehen, aus schwachen Holzleisten, Eisenbändern, Gips, Steifleinwand und Kitt hergestellt sind. Aus diesen Materialien hat man Hufeisenbögen mit arabischen Füllungen angefertigt, welche die Anläufe für eine aus gleichen Stoffen, im gleichen Stile ausgeführte, auf der eisernen Dachkonstruktion hängende elliptische Kuppeldecke bilden, deren Kassetten mit maurischen Ornamenten, ebensolchen Ampeln und Glühlichtlüstern ausgestattet sind. Die aus den sechs Ecken des Saales auslaufenden Pendentifs stützen sich je auf zwei aus milchfarbigen Opalglasröhren von ungefähr 1 cm Wandstärke bestehenden Säulen, deren aus *Staff* hergestellten Kapitäler kunstvoll von verschiedenfarbigen Blattkränzen umschlungen werden, die Glühlampen bergen. Alle Gesimse und Gewölberippen sowie der Untergrund der Füllungen sind vergoldet, die sonstigen Zierstücke aber im Stile der maurisch-spanischen Prachtbauten mit Glasurfarben bemalt.

Nicht zu unterschätzende Schwierigkeiten bot es, die Spiegelverkleidung der Wände, durch deren Reflexwirkungen der Raum auf den Besucher den Eindruck hervorruft, als befände sich derselbe in einem endlosen Prunksaal, so gleichmässig und eben herzustellen, dass keine Verzerrungen in den Spiegelbildern entstehen konnten. Hierzu war es also notwendig, die zwölf Tafeln einer jeden der 11,50 m breiten und 13,50 m hohen Spiegeleinsätze (Fig. 8 bis 10) genau in eine und dieselbe senkrechte Ebene zu bringen und für diesen Zweck eigene Einstellvorrichtungen anzuwenden. Jede einzelne der rechteckig geformten Spiegelscheiben *s* (Fig. 11) ist an einem aus 70/70 mm Winkelblech angefertigten Rahmen befestigt, der etwa 10 mm breiter und höher ist als die Glasscheibe. Zur Befestigung der letzteren dienen drei Klemmleisten, nämlich für jede der beiden Höhenkanten und für die untere Breitenkante je ein 4 mm starker, U-förmig gebogener Blechstreifen *b*, welcher vorn den Rahmen auf 15 mm falzartig übergreift und rückwärts durch je zwei Stellschrauben festgeklemmt wird. Von den für jede Wand (Fig. 8 bis 10) erforderlichen zwölf Spiegeln haben zehn je eine Breite von 2,85 m und eine Höhe von 4,70 m, während die zwei kleineren, in den oberen Ecken anzubringenden Tafeln zwar ebenso breit, aber bloss 3,95 m hoch sind. Die vorerwähnten Stellschrauben bestehen aus einem in das Rahmeneisen *w* (Fig. 11) eingeschraubten und verstemmten Bolzen *p*, der am unteren, äusseren Teile gleichfalls mit Gewinde versehenen Mutter *r* und einer zweiten Mutter *q*. Durch das Anziehen oder Nachlassen der in einem Querschlitze des Falzbleches *b* angebrachten Mutter *r* wird zuförderst die Klemmung des Falzes richtig gestellt, während sodann die etwaigen, in der Kantenrichtung vorzunehmenden Nachbesserungen durch entsprechendes seitliches Verschieben von *b* zu bewerkstelligen sind, worauf schliesslich die einregulierte Lage durch Anziehen der Mutter *q* fixiert wird. An den oberen Kanten der Spiegel sind keine Klemmleisten vorhanden, sondern

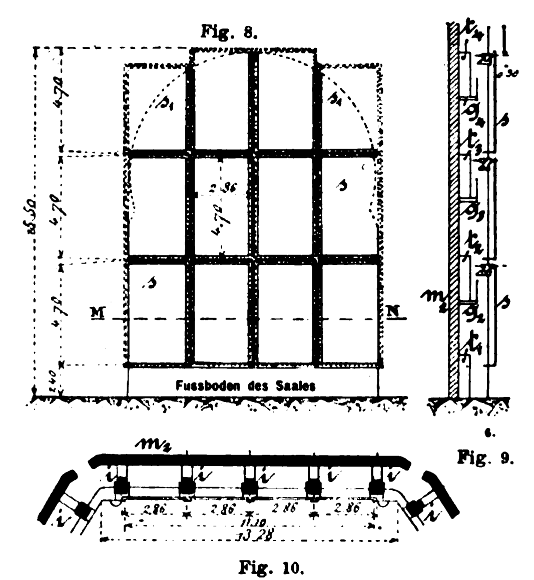


Fig. 8 Ansicht, Fig. 9 Vertikalschnitt, Fig. 10 Horizontalschnitt der Spiegelwand im Saal der Täuschungen.

man hatte es vorgezogen, diesen Rand unbedeckt zu lassen, um die Breite der nicht spiegelnden Trennungsfugen zwischen den wagerechten Tafelreihen aufs äusserste zu verringern. An der Wand sind die einzelnen Tafeln einfach aufgehängt und zwar mittels zweier oben in den Ecken des Spiegelrahmens angebrachter Zapfen; letztere ruhen auf Haken, welche an den Mauerstreben *i* (Fig. 10) seitlich befestigt sind. Den Hauptteil dieser Haken, oder vielmehr dieser Aufhängevorrichtungen, bildet eine Stahlgussplatte *m* (Fig. 12), welche mittels dreier durch die Strebemauer reichender Schraubenbolzen c_1, c_2 und c_3 mit einer ähnlichen, auf der anderen Mauerfläche vorhandenen, symmetrisch angeordneten Platte *m*, d. i. mit der Aufhängevorrichtung der nächst anstossenden Spiegeltafel fest ver-

bunden ist. Auf einem seitlich in m eingesetzten Drehzapfen z_1 sitzt die Hülse k mit dem angegossenen Bügel y, welch letzterer sich gegen eine Stellschraube q_2 stemmt. In k befindet sich der mit Gewinde versehene Bolzen h, der an seinem vorderen Ende zum eigentlichen Traghaken h_1 ausgebildet ist, auf dem der Rahmen w des Spiegels s mit dem Zapfen z hängt.

Da die höchsten Aufhängestellen 15,50 m, die niedrigsten aber noch immer 6,10 m über dem Fussboden liegen und das Eigengewicht der einzelnen Spiegeltafeln

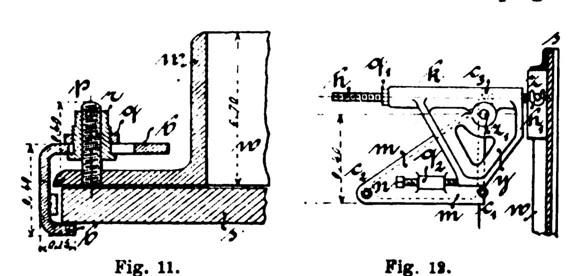


Fig. 11. Spiegelrahmen mit Einspannvorrichtung. Fig. 12. Aufhängehaken.

inbegriffen ihres Rahmens und der sonstigen Ausstattung mehr als 800 kg beträgt, konnte das Aufhängen nur mit Hilfe von Winden und Flaschenzügen vorgenommen werden, zu welchem Zwecke die beiden oberen Rahmenecken zum Einhängen der Hebeseile mit einer Oese o (Fig. 13 und 14) versehen sind. Diese beiden Abbildungen lassen auch die Anordnung des weiter oben erwähnten Aufhängezapfens z näher ersehen, der in einem Stahlgussgestelle $l\,l$ steckt, das mittels dreier Bolzen a_1 a_2 a_3 und des Stieles der Oese o an dem Winkeleisen w des Rahmens festgeschraubt ist. Da z einerseits in der Lagerhülse f lose sitzt, andererseits im Stege e im Gewinde läuft, so kann der Zapfen durch Drehung, die mit einer in die Löcher x einzusetzenden Stahldrahtspeiche geschieht, im Sinne seiner Längsachse nach rechts oder links weitergerückt werden. Um die einzelnen Spiegeltafeln an ihren Wandplatz zu bringen, wurden sie also zuerst mit der in Fig. 11 dargestellten Vorrichtung sorgsamst in den obengeschilderten Eisenrahmen eingespannt und mittels Winden, die am Fussboden des Saales standen, und Flaschenzügen, die an der Dachkonstruktion befestigt waren, hochgehoben. Dabei brachte man den Rahmen um einige Centimeter höher als es eigentlich die betreffenden Aufhängehaken $h\,h_1$ (Fig. 12) erforderten, welche vorher in der Hülse k um genau 32 cm vorgerückt worden waren, damit der aufzuhissende Spiegel nicht so sehr nahe der Wandebene gehoben zu werden brauchte. Sodann wurde zunächst das

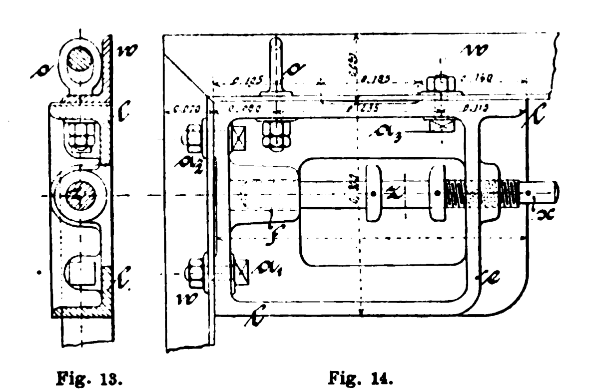


Fig. 13. Fig. 14.
Fig. 13 Ansicht, Fig. 14 Querschnitt der Seilöse und Hängezapfen am Spiegelrahmen.

Einstellen der Zapfen z (Fig. 12 bis 14) dergestalt vorgenommen, dass derselbe mit seiner Mitte genau über die Mitte des zugehörigen Aufhängehakens kam und nunmehr erfolgte durch sachtes Nachlassen der Winden das Einhängen. Hierauf brachte man die Tafel durch Anziehen der Muttern q_1 nach und nach in die richtige Ebene zurück, worauf auch noch die Höhe bezw. die wagerechte Lage durch Anwendung der Stellschrauben q_2 genau einreguliert wurde, welche ersichtlichermassen beim Anziehen durch Vermittelung des Bügels m den Haken h_1 hebt und beim Nachlassen senkt. Sobald der Spiegel auf diese Weise seine richtige Lage erhalten hatte, wurden schliesslich auch die Hebeseile wieder beseitigt. Damit sich diese heiklichen Arbeiten ohne aussergewöhnliche Gerüste durchführen liessen, und um den Zutritt zu der Rückseite der Spiegelwände dauernd zu ermöglichen, sind in jedem Geschosse d (Fig. 7 und 9) die sämtlichen Strebemauern i (Fig. 10) von Thüröffnungen t_1 t_2 . . . (Fig. 7 und 9) durchbrochen und durch 1,50 m breite, mit Geländer versehene Balkone g_1 g_2 . . . ringsum verbunden; diese letzteren stehen ihrerseits in jeder Ecke des Sechseckes wieder durch Thüren mit dem Gange des betreffenden Stockwerkes in Verbindung, der sich zwischen den Mauern m_1 und m_2 (Fig. 7) um den ganzen Saal erstreckt. Um das die Spiegelung beeinträchtigende Schwitzen der Glasflächen hintanzuhalten, sind am Sockel jeder Spiegelwand eigene regulierbare Heizvorrichtungen angebracht, welche es bewirken, dass die Spiegel nie tiefere Temperaturen erlangen, als die Innenluft des Saales.

Die elektrische Ausstattung umfasst zuförderst sechs grosse Lüster, deren wirkliche Höhe nicht weniger als 8 m beträgt, wenn sie auch, vom Boden des Saales aus gesehen, kaum 3 bis 4 m hoch erscheinen. Der untere Teil dieser je 1000 Glühlichter umfassenden Lüster bildet einen dreifach verschlungenen Stern aus blauen, roten und weissen Lampen, die gruppenweise beliebig eingeschaltet werden können. Wie an den Lüstern, so sind auch in den Schäften der Glassäulen verschiedenfarbige Glühlampenreihen eingesetzt, mit deren Hilfe den Säulen das Aussehen des Alabasters, hellen Porphyrs oder wasserblauen Marmors erteilt werden kann. Ebenso ist die über den Spiegelwänden angebrachte, den Gesimskonturen folgende Glühlichtausstattung so eingerichtet, dass man sie beliebig in einer oder in mehreren der drei genannten Farben leuchten lassen kann. Das Farbenspiel dieser Lichtgruppen macht in seiner endlosen Wiederspiegelung einen geradezu magischen Eindruck, mögen die Gruppen einzeln für sich oder in verschiedenen Kombinationen oder insgesamt in Wirksamkeit gesetzt werden. Es kann ferner auch noch von unten Licht in den Saal gelangen, und zwar von sechs im Untergeschosse aufgestellten Scheinwerfern u_1 u_2 . . . (Fig. 7), die ihre Strahlen durch kreisrunde, 1,40 m weite Ausschnitte des Saalbodens (vgl. Fig. 1) nach aufwärts werfen, und deren Farben durch vorgeschobene Glastafeln gleichfalls gewechselt werden können. Die sechs Bodenausschnitte sind im Saale durch 1,60 m hohe Schäfte v_1 v_2 . . . (Fig. 7) maskiert, welche beiläufig die Form maurischer Wasserbecken besitzen. Die Steuerung der gesamten Beleuchtungseinrichtung geschieht von einem der Vorräume des Saales aus, wo die erforderlichen Ein- und Umschalter auf einem Pulte zusammengestellt und mit Hebel derart verbunden sind, dass die letzteren ähnlich den Tasten eines Klaviers oder einer Schreibmaschine, dicht nebeneinander gereiht, sich wie solche handhaben lassen. Die Stromschliesser dieses Schaltbrettes sind zweihäusige Quecksilberumschalter, d. h. durch das Niederdrücken der Taster werden die Polstücke der betreffenden Leitung in zwei, durch eine verkürzte Scheidewand isolierte Quecksilbergefässe getaucht, wo hierdurch das Quecksilber derart verdrängt wird, dass es über die scheidende Wand steigt und mithin aus den beiden Gefässen zusammentritt. Vom Schaltbrette aus werden übrigens die Lampengruppen nicht unmittelbar, sondern nur durch Vermittelung von Relais ein- und ausgeschaltet, von welchen für jede der Teillinien je eines vorhanden und im Mittelraume des Saaluntergeschosses aufgestellt ist. Jedes genannte Relais besteht aus einem kräftigen, senkrechten Solenoid, dessen magnetischer Kern eine Hubhöhe von 20 mm und eine Tragkraft von 4 kg besitzt. Gegen das obere, mit einem Röllchen versehene Ende des Solenoidkernes lehnt sich ein auf einer wagerechten Achse drehbares, hochkantiges Ebonitkästchen, das durch eine ungefähr bis zur halben Höhe des Kästchens emporragende Zwischenwand in zwei Kammern geteilt ist. In diesen Kammern befindet sich Quecksilber und sind die Leitungsanschlüsse eingeführt. Bei der Ruhelage des Relais steht das Quecksilber niedriger als der obere Rand der Scheidewand und die beiden Leitungsanschlüsse bleiben demnach

voneinander isoliert. Gelangt aber durch den Schluss des Tasterhebels am Schaltbrett Strom in die Solenoidspule, so kippt der eingezogene Kern das Quecksilberkästchen in die Höhe, wodurch daselbst über die Scheidewand hinweg durch das überfliessende Quecksilber die leitende Verbindung erfolgt. Wird die Solenoidspule vom Schaltbrett aus wieder stromlos gemacht, dann fällt das Kästchen samt dem Solenoidkern in die Ruhelage zurück, wobei auch die Leitungsverbindung wieder aufhört. Stromschluss wie Stromunterbrechen erfolgen im Relaisumschalter stets ganz plötzlich, mag die Handhabung der Halthebel am Schaltbrett rasch oder langsam geschehen; auch ist es ein Hauptvorzug dieser von *Bouchet* angegebenen und bei *Guénée und Co.* ausgeführten Umschalterrelais, dass dabei die Oeffnungsfunken nahezu vollkommen unterdrückt werden.

Der bautechnische und künstlerische Teil des Entwurfes zum *Saal der Täuschungen* rührt ebenfalls von *Hernard,* dem Architekten des Elektrizitätspalais her; die Staffarbeiten sind durch *Ameras* und die elektrische Einrichtung durch *A. und G. Martine* in Lille ausgeführt worden. Die für das Aufhängen und Richten der Spiegel erforderlichen Konstruktionen wurden von Ingenieur *Brulé* entworfen nach Angaben *Delloye*'s, des Direktionsgehilfen der Glaswerke *Saint Gobain,* welches Etablissement die sämtlichen 72 riesigen Spiegeltafeln des Saales der Ausstellungsverwaltung unentgeltlich zur Verfügung gestellt hat.

Neues Verfahren zur Gewinnung von Torfbriketts.

Auch in Deutschland spielt die Heizungsfrage, zumal bei den augenblicklichen hohen Kohlenpreisen, eine wichtige Rolle, so dass alle Mittel, ein gutes und billiges Brennmaterial zu beschaffen, nur Beifall und Beachtung verdienen. Diese Aufgabe dürfte durch das auch in Deutschland durch D. R. P. Nr. 106020 geschützte Verfahren der Gewinnung und Verarbeitung von Torf von *Paul Lopatin, Johann Lopatin* und *Wladislaus Galecki* in Warschau für torfreiche Gegenden gelöst werden können. Wir lassen daher einen Auszug bezw. stellenweise eine Uebersetzung des über das betreffende Verfahren von dem zuletzt genannten Erfinder gehaltenen Vortrages (am 23. Mai 1899 in der technischen Abteilung des russischen Vereins zur Beförderung von Handel und Gewerbe) folgen:

Die Heizungsfrage wird in vielen Gegenden im allgemeinen zu einer wichtigen wirtschaftlichen und in manch anderen geradezu zu einer Existenzfrage. Die immer wachsende Zahl der Eisenbahnen, Dampfschiffe, der Fabriken und Werkstätten bedingt einen grösseren Verbrauch von Brennmaterial und Ausrodung der Waldungen. Das neu eingeführte Waldschutzgesetz (in Russland) hat den Holzvorrat im Handel eingeschränkt, dabei den Preis des Holzes erhöht. Infolge aller dieser Umstände müssen wir auf das Holz als Heizungsmaterial verzichten, da es als solches im Vergleich zu der Wärme, welche es gibt, zu teuer ist. Wir müssen uns daher notgedrungen der Steinkohle und dem Torf zuwenden.

Steinkohle indessen finden wir bei uns nur an etlichen Orten, der Vorrat derselben ist sehr beschränkt und droht erschöpft zu werden. Die Braunkohle kommt zwar häufiger vor, sie ist jedoch als Brennmaterial im Vergleich zur Wärme, welche sie liefert, zu teuer. Es bleibt also nur der Torf.

Die Torflager sind unsere zweiten Wälder, wir besitzen deren so viel, dass mehrhundertjähriger Gebrauch von Torf als ausschliessliches Brennmaterial denselben noch nicht erschöpfen würde. Torf kommt bei uns fast in allen Niederungen der Flüsse vor, welche einst unser Land durchströmten. Annähernd geben jede 100 Morgen Torfmoor von 10 Fuss Tiefe 30 Millionen Pud (1 Pud = 40 Pfund = 20 kg) Briketts von vorzüglicher Heizkraft, welche der der Steinkohle gleichkommt, was nachstehende Ziffern beweisen werden.

Dass der Torf bis jetzt keine grössere Verwendung fand, ungeachtet der hohen Preise der Heizmaterialien, können wir nur dem zuschreiben, dass er bis jetzt nicht ordentlich zubereitet wurde. Sowohl im Westen Europas als auch hier bemühte man sich um die Verbesserung der Torfgewinnung, und später um die Verbesserung desselben als Brennmaterial. In dieser Richtung und besonders hinsichtlich der zur Gewinnung des Torfes dienenden Werkzeuge ist zwar sehr viel geleistet worden, gleichfalls hinsichtlich der Erforschung der Torflager, ihrer chemischen Zusammensetzung; die Bemühungen jedoch um die Verbesserung des Torfes selbst als Brennmaterial haben zwar zur Verbreitung des Gebrauches von Torf, jedoch zu keinen besonderen Ergebnissen geführt, da man die schlimmen Eigenschaften des Torfmaterials nicht beseitigte.

Daher erhalten wir auch bis heutzutage schlechten Torf und zwar besitzen 1. alle Torffabrikate viel Feuchtigkeit; 2. ist die Verbindung der einzelnen Teile eine zu lose und unbeständige; 3. erhöht sich der Feuchtigkeitsgehalt, die Verbindung der Teile wird in manchen Fällen eine noch losere und es entsteht daher die Schwierigkeit des Transportes; 4. ist der Rauminhalt des Torfes im Verhältnis zur Heizkraft ein zu grosser, daher die Schwierigkeit, denselben bei der Dampfschiffahrt zu verwenden; 5. ist derselbe untauglich zur längeren Aufbewahrung infolge der Anziehung von Feuchtigkeit, selbst wenn er unter Dach aufbewahrt wird; 6. raucht und dunstet er beim Brennen; 7. ist die Gewinnung des Torfes teuer und beschwerlich, sie hängt vom Wetter u. dgl. ab. Alles dies erklärt genügend, warum der Torf nur dort angewendet wird, wo man auf denselben durchaus angewiesen ist. Diese Notwendigkeit ist in manchen Gegenden so gross, dass der Torf ungeachtet aller Fehler in grossen Mengen als Heizmaterial benutzt wird, wie z. B. an der Nordsee, in Bayern, Böhmen, Holland, Sachsen, England, Irland, Oesterreich, Ungarn, Frankreich, Schweden.

Schliesslich sind auch wir an die Reihe gekommen; wir müssen notgedrungen denselben in grösserem Masse als Heizmaterial benutzen. Es steht jedoch fest, dass, wenn wir den Torf von den oben genannten schlimmen Eigenschaften befreien, derselbe bei der Teuerung der Steinkohle, des Holzes und der Presskohlen ein beliebtes Heizmaterial werden würde und zwar nicht nur für Fabriken, sondern auch für Oefen, Küchen u. s. w. Die Richtigkeit dieser Behauptung wird in der Praxis durch die Verwendung von verbesserten Torffabrikaten bewiesen. Es gibt zwei verbesserte Methoden zur Torfbearbeitung: die eine von *Gwyne* und *Exter* besteht im Pressen des gemahlenen und erhitzten Torfes, die zweite von *Chalcton, Doblen* und *Diesbach* besteht in der Gewinnung gepressten Torfes.

Die erste Methode von *Gwyne* und *Exter* wird in Haspel und Kolberg in Deutschland und in Russland, gegenwärtig in Irgenówka bei St. Petersburg, angewendet, gibt jedoch kein gutes Brennmateriel. Daher wird dieselbe auch in Russland nur noch in dieser einzigen Fabrik angewendet. Die Torffabrikation nach dieser Methode in Irgenówka ist jedoch zu kostspielig, da die Einrichtung der Fabrik selbst gegen 1 Million Mark betrug und die Produktion von etwa 50000 kg täglich während mehrerer Betriebsperioden zu klein im Verhältnis zum Anlage- und Betriebskapital ist. Es leuchtet ein, dass daher der Preis des Fabrikats nicht ein niedriger sein kann. Das Material, welches mit dieser Methode hergestellt wird, ist übrigens nicht frei von den Mängeln, welche der Torf von Natur aus besitzt.

Der heiss gepresste Torf, d. i. Torfbrikett, wird in



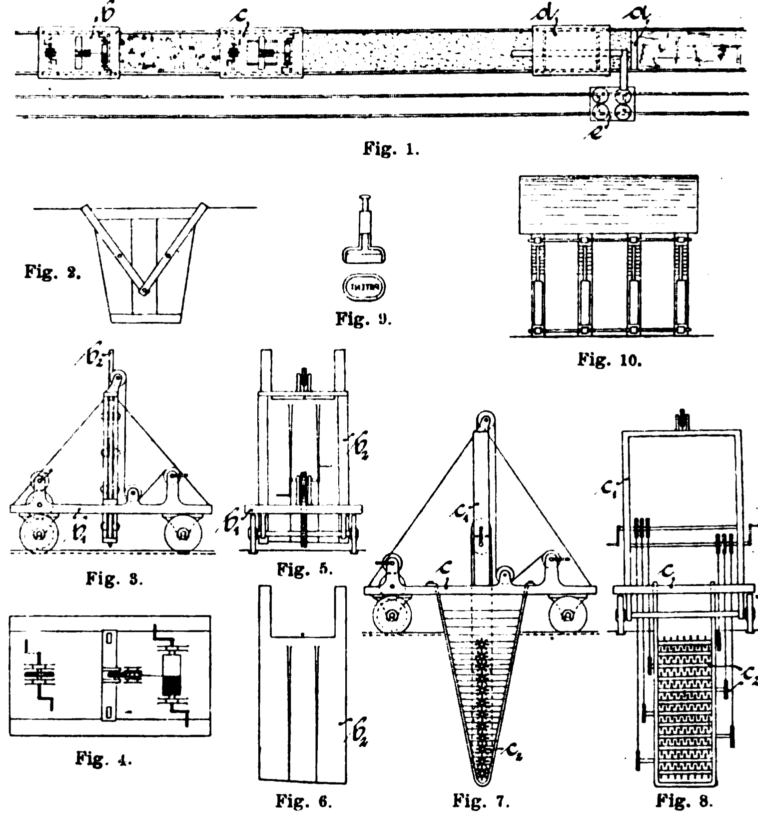
Deutschland aus Torfspänen (in Russland aus geschnittenem Torf) hergestellt, die an der Luft getrocknet, darauf erbsengross gemahlen und allmählich bis zu 100° C. erhitzt, d. h. bis zum Schmelzen der Bitumbestandteile, die das Bindemittel für den Torf bilden; hierauf wird die Masse mittels Kolben in Tafeln gepresst. Die auf diese Weise gewonnenen Torfbriketts sind hart, fest und trocken, besitzen jedoch einen Nachteil, der die vorerwähnten Vorteile vollkommen aufwiegt; diese heiss hergestellten Briketts zerfallen beim Brennen in dieselben kleinen Bestandteile, aus denen sie hergestellt worden sind. Infolgedessen ersticken die nicht verbrannten Teile beim Brennen in Kesselfeuerungen und anderen Oefen das Feuer, und da sie unverbrannt staubförmig zerfallen, kommen sie durch den Luftzug in den Rauchfang. Ausserdem ist der hierzu verwendete Torf gewöhnlich stark verunreinigt, da er direkt aus dem Torflager genommen wird. Die Menge der Asche ist daher abhängig von den mineralischen Verunreinigungen des Torflagers, da ja die chemischen Verbindungen, welche die Geringwertigkeit des Torfes bedingen, nicht beseitigt werden. Berücksichtigen wir noch, dass 50 kg dieser Briketts in Deutschland 27 Pf. und in St. Petersburg 36 Pf. Herstellungskosten verursachen, so ergibt sich, dass das auf heissem Wege hergestellte Torfbrikett kein befriedigendes Brennmaterial und im Verhältnis zu anderen Brennstoffen zu teuer ist. Ungeachtet seiner Nachteile wird dasselbe in St. Petersburg und Deutschland vielfach verwendet. Dieser Nachteil ergibt sich aus einem Vergleich der Preise für Kohlen und Briketts. In St. Petersburg kostet das Pud Torfbriketts 20 Kop. (42 Pf.) bei einem Kohlenpreise von 16 Kop. (33 Pf.) für das Pud.

Ein anderes Ergebnis sehen wir bei dem nach *Chalcton, Doblen* und *Diesbach* gepressten Torf in Frankreich und der Schweiz, wo bei einem grossen Vorrat und Billigkeit der Steinkohle, der auf diese Weise hergestellte Torf eine weite Anwendung findet. Er ist kompakt, rein, enthält 17 % Wasser, und sein spezifisches Gewicht beträgt 1,2. Die ungefähr 1 Zoll dicken Tafeln halten sogar einen weiten Transport aus, sind sehr wenig hygroskopisch, zerfallen nicht beim Brennen, geben eine gleichmässige Flamme und Wärme und dabei wenig Asche. Infolgedessen steht die Methode des nassen Pressens des Torfes höher als das trockene Pressen desselben, da sie alle Mängel des heiss gepressten Torfes beseitigt. Ausserdem verliert der Torf bei Beseitigung der aus der Natur desselben herrührenden Mängel, d. h. der chemischen Verbindungen und Verunreinigungen, sein Aussehen und seine natürlichen Eigenschaften und erhält dafür Vorzüge, welche ein gutes Brennmaterial haben muss. Dennoch hat auch diese Methode nicht die genügende Verbreitung gefunden, da sie zu teuer ist und wegen des grossen Wasserverbrauchs, welchen sie erfordert, nicht überall angewendet werden kann. Dabei ist diese Methode sehr kompliziert und braucht grosse Bauflächen für die Fabriken und beseitigt nicht alle Mängel des Torfes, welche von seiner Natur herstammen.

Alle diese Mängel werden aber durch das von mir (*Galecki*) erfundene Verfahren zur Gewinnung des Torfes vermieden, sowie durch die dazu gehörigen Maschinen und Werkzeuge meiner Konstruktion, welche zum Reinigen, Formen und Pressen eines beliebigen Torfes dienen. Diese Maschinen erzeugen eine einheitliche Masse und beseitigen daher die Mängel des Torfes, welche aus seiner Beschaffenheit stammen. Eine auf diese Weise eingerichtete Fabrik liefert den billigsten aller bekannten Brennstoffe, denn er ist sogar billiger als Steinkohle, welcher er bezüglich der Heizkraft gleichkommt, dagegen durch das Fehlen von Schwefel die Steinkohlen übertrifft. In dieser Weise wird auch die Frage der rauchlosen Feuerungen gelöst, was bei Gebrauch der Steinkohle schwierig bezw. unmöglich war (?). Das von mir angegebene Verfahren der Torfbearbeitung gibt die Möglichkeit, von allen Verunreinigungen freien Torf zu erhalten, welche die Heizkraft desselben beeinträchtigen, denn dieses Verfahren beseitigt die schädlichen Beimischungen, als: Sand, Lehm, Kalk, Schwefel, die nicht zu Torf gewordenen Fasern u. s. w., ausserdem ermöglicht es die Herstellung von Briketts auf kaltem Wege durch die Zerteilung und Verbindung der Torfteilchen mittels der neu erfundenen Maschinen und Werkzeuge.

Bis jetzt wurde der Torf aus senkrecht herausgehobenen Schichten gewonnen, welche in wagerechter Richtung in Ziegel geteilt wurden. Da im Torflager jedoch verschiedene Torfschichten angetroffen werden, so erhalten wir Ziegel von verschiedenem Brennwert. Behufs Erzielung gleichmässiger Torfziegel darf der Torf in senkrechter Richtung nur geschnitten, muss aber darauf zu einer einheitlichen Masse durchgearbeitet werden. Alles dies erhalten wir mittels der Guillotinetorfstechmaschine und des Mischers.

Die Gewinnung des Torfes geschieht ohne vorherige Trockenlegung des Moores in Gräben, welche mittels einer beweglichen Wand in Gruben verwandelt werden (Fig. 1). Die Wand ist entsprechend der Tiefe des Moores 4 bis 20 Fuss hoch und je nach der Breite des Grabens 5 bis $7\frac{1}{2}$ Fuss breit. Unten und oben befinden sich in der Wand Oeffnungen für die Leinen oder Ketten, mit denen


Fig. 1. Fig. 2. Fig. 3. Fig. 4. Fig. 5. Fig. 6. Fig. 7. Fig. 8. Fig. 9. Fig. 10.

sie an dem Elevator befestigt ist, mit welchem sie im Graben vorgeschoben wird. Auf der Wand befinden sich eiserne Klauen, welche in die Seiten des Grabens eindringen und dadurch die Wand unbeweglich machen. Die Guillotinestechmaschine (Fig. 2 bis 5) schneidet den Torf in der ganzen Tiefe mittels einer in einem Rahmen befindlichen Platte, die mit dem Rahmen nach unten gelassen wird, entweder durch eigene Schwere oder mittels einer Kurbel und Zahnstange, je nach der Dichtigkeit des Moores. Die auf einer Plattform befindliche Stechmaschine (Fig. 2 bis 4) wird auf Schienen mittels Zahnräder, welche sich auf der Wagenachse und der Plattform befinden, vorwärts geschoben. Infolgedessen erhält sie entweder eine gleichförmige, auf eine bestimmte Entfernung berechnete, oder eine beliebige Bewegung. Die Höhe der Platte der Guillotine (Fig. 5) beträgt 3,5 bis 7,1 m, die Breite 1,78 bis 2,5 m, die Dicke 1,3 cm (besteht die Platte aus Holz, so muss ihre Dicke selbstverständlich verstärkt werden). Die untere Seite der Platte ist schräg, messerartig abgeschärft. Die Platte kann von Hand oder auf maschinellem Wege hoch- und niedergelassen werden.

Der Mischer (Fig. 6 und 7) besteht aus einem Rahmen, in den gezahnte Walzen übereinander eingelassen

sind, in der Weise, dass die Zähne der einen Walze frei zwischen den Zähnen der anderen hindurchkönnen. Die Walzen sind abwechselnd fest und in Lagern beweglich gelagert. Die Zahl derselben ist von der Tiefe des Torfstiches abhängig. Die Enden der beweglichen Walzen reichen an einer Seite über den Rahmen hinaus und sind mit Zahnrädern versehen; sie sind gleichzeitig mit einer *Gall*'schen Kette mit den über dem Rahmen angebrachten Wellen verbunden. Ueber dem Rahmen sind zwei Wellen angebracht, die mittels einer Kurbel in entgegengesetzter Richtung gedreht werden. Infolgedessen sind die Enden der beweglichen gezahnten Walzen auf der einen Seite mit der einen, auf der anderen mit der zweiten Welle verbunden. In dieser Weise werden durch die Drehung der Wellen die Zahnwalzen in entgegengesetzter Richtung gedreht, wodurch die Walzen mit den Zähnen den Torf fassen und denselben zwischen sich auf die andere Seite des Rahmens durchtreiben. Infolgedessen erfolgt eine Zerkleinerung und Mischung des Torfes. Der Rahmen des Mischers ist auf einer besonderen Plattform angebracht und kann in die Grube mittels Ketten u. s. w. soweit heruntergelassen werden, dass er auf den Grund des Grabens des bereits von der Schneidemaschine geschnittenen Torfes reicht. Nötigenfalls kann der Rahmen auf die Plattform heraufgezogen werden. Die Plattform des Mischers wird ebenso wie die der Torfmaschine auf Schienen o. dgl. mittels Zahnräder weiter bewegt. Bedingt es die Dichtigkeit des Moores, dass der Mischer weiter gezogen werden muss, so bedient man sich der auf der Plattform befindlichen Kurbelwelle, Leinen und Ankers. Die Seiten des Rahmens sind wie die Räder mit Eisenblech zur Vermeidung der Abnutzung beschlagen.

Der in dieser Weise im Graben bereitete gleichmässige Torfbrei wird mittels eines Elevators in die auf kleinen Wagen befindlichen Tonnen gegossen. Der Mischer verarbeitet den Torf nun in eine einheitliche Masse, befreit ihn jedoch noch nicht von Unreinigkeiten. Um letzteres zu erzielen, sind die Tonnen mit kleinen Mischern versehen, welche während des Fahrens der Wagen den Torfbrei in möglichst kleine Teilchen zerarbeiten. Die Mischer in den Tonnen sind durch eine Transmission mit den Achsen der Wagen verbunden, so dass die Torfmasse durch die Bewegung der Wagen zerkleinert wird. Durch dieses nochmalige Mischen der Torfmasse sondern sich die mit dem Torf mechanisch verbundenen, sowie mit ihm chemisch verbundenen im Wasser löslichen Teilchen ab. In den Wandungen der Tonnen befindet sich 17 bis 19 cm über dem Boden eine mit einem Spund verschlossene Oeffnung, welche innen mit einem Drahtnetz bedeckt ist. Dieses Netz ist so dicht, dass durch dasselbe Wurzeln, Steine, Fasern, grössere Torfstücke nicht nach aussen gelangen können. Während des Ablassens der Torfmasse aus der Tonne fährt der Arbeiter mit einer Schaufel über das Netz, um dasselbe zu reinigen und den Zufluss nicht zu hemmen.

Damit die den Torf verunreinigenden Teile nach unten sinken können, bleibt der mit der Tonne in der Fabrik angelangte Wagen einige Zeit in Ruhe; nachher wird der Brei durch das Spundloch in Filter abgelassen. Diese Filter sind Kasten, die anstatt des Bodens sehr enge Siebe oder Strohmatten besitzen, damit das Wasser leichter abfliesst. Der reine Torf bleibt in den Filtern, während das Wasser, die löslichen chemischen Bestandteile mitnehmend, aus den Filtern entweder mittels Röhren oder gewöhnlicher Rinnen abgelassen wird. Nach 12 bis 24 Stunden, je nach dem Wetter, ist der Torf schon so dick, dass er in Tafeln geschnitten werden kann. Zum Schneiden bedient man sich einer Form von Gestalt eines Stempels (Fig. 8), welcher die Tafeln durch Schlagen mit einem Hammer ausdrückt und mit einem Stempel versieht. Diese Handform kann bei grösserem Betrieb durch einen entsprechend eingerichteten Balancier ersetzt werden, der eine grössere Anzahl von Tafeln auf einmal ausdrückt.

Die in dieser Weise hergestellten Tafeln bleiben etliche Stunden in dem Filter und, wenn sie hart genug geworden sind, werden sie auf einer Leinwandbahn ohne Ende nach dem Trockenraum gebracht. Nach einigen Tagen werden sie so hart, dass sie Druck vertragen können. Hierauf werden sie ebenfalls auf einer endlosen Bahn nach der Trockenpresse gebracht, wo die auf diese Weise getrockneten Torfbriketts nach einigen Tagen mittels Leisten und Klammern zu Stössen vereint, einem grösseren Druck ausgesetzt werden.

Die Trockenpresse (Fig. 10) besteht aus 15 je 10 cm dicken Balken, auf welchen die Tafeln übereinander gelegt werden und eine Wand bilden; die letzte Schicht wird mit einem ebensolchen Balken bedeckt. Beide Balken sind miteinander an den Enden je mittels Stangen und entsprechenden Röhren verbunden, welch letztere sich an dem unteren Balken und die Stangen an dem anderen befinden. Beim Zusammentrocknen der Tafeln senkt sich der obere und die betreffende Stange führt sich in dem Rohr des unteren Balkens. Hierauf wird die Presse mit einem beweglichen Dach zugedeckt, das zugleich die Belastung vermehrt.

Die vollkommen trockenen Tafeln werden entweder aus der Presse entfernt, oder eine Wand wird an die andere geschoben, und die Torfbriketts auf dem Lager gelassen. Die freien Stellen werden dann mit neuen Rahmen ausgefüllt. Die fertigen Tafeln können jedoch auch an freier Luft aufbewahrt werden.

Das vollkommene Zusammenpressen des nassen Torfes ist eine physische Unmöglichkeit. Durch automatischen Druck während der ganzen Dauer des Trocknens nach vorbeschriebenem Verfahren, wird diese Aufgabe zur Zufriedenheit gelöst. Selbst bei vollkommen kaltem Pressen des Torfes erhält man ein sehr gutes Resultat, da die Teile desselben vollkommen zerteilt werden und erst darauf nach ihrer Zerkleinerung ein inniges Annähern und eine Verbindung derselben stattfindet. Ein derartiger Torf kann mit vollem Recht „Torfbrikett" genannt werden und gibt bei seiner Dichte und Reinheit ein gutes Brennmaterial ab. Ein solches Brikett zerfällt nicht beim Brennen, es ist gedrungen und hart, nicht brüchig, lässt sich leicht transportieren und nimmt keinen grossen Platz ein. Fügen wir noch hinzu, dass ein solches Produkt keinen Rauch erzeugt, nicht dunstet, wenig Asche hinterlässt, die beste Steinkohle durch Abwesenheit von Schwefel und das beste Holz durch seine Heizkraft übertrifft, dabei billiger ist als Steinkohle oder Holz, so können wir fest behaupten, dass ein solches zu den besten Brennmaterialien gehört. Hinzuzufügen wäre noch, dass das Torfbrikett, zum Verdampfen von Wasser in Dampfkesseln benutzt, im Brennwert der mittleren Steinkohle gleichsteht, da es ebenso viel Dampf erzeugt wie die letztere.

Nach den Angaben des Vortragenden betragen die Herstellungskosten für ein Pud Torfbriketts 3 bis 4 Kop., während die Herstellung eines Pud Torfbriketts nach dem Verfahren von *Chaleton*, *Doblen* und *Diesbach* auf Grund der Berechnung von *Solewicz* 6 bis 7 Kop., also fast zweimal so viel, wie nach dem vorbeschriebenen Verfahren beträgt. Auf die ungefähre Kostenberechnung einer Torfanlage nach diesem Verfahren soll in einer besonderen Arbeit eingegangen werden. Ich bemerke zum Schluss zu den Ausführungen in dem Vortrage von *Galecki*, dass dieselben nach den Erfahrungen, welche bei der Herstellung der Platten für die Heizkörperbekleidungen aus einer ähnlichen breiartigen Masse von *Bechem und Post* in Hagen i. W. seit Jahren gemacht sind, vollkommen zutreffen, und für Torfbrei ein gleich günstiges Resultat durch das beschriebene Verfahren erzielt werden muss. *Rudolf Mewes.*

Kleinere Mitteilungen.

Flutventil mit gemischter Beflutung für Munitionsräume an Bord von Kriegsschiffen.

Flutventile für Munitionsräume an Bord von Kriegsschiffen bedürfen einer sorgfältigen Konstruktion und Ausführung, da diese bei unzweckmässiger Konstruktion grossen Schaden anrichten können. Sie dienen bekanntlich dazu, den Munitionsraum bei ausbrechendem Feuer, sei dieses durch feindliche Geschosse oder Unvorsichtigkeit entstanden, zu befluten, um so eine

Fig 1.

Fig. 5.

Fig. 4.

Fig. 3.

Fig. 4. *a* Wasserdichte Schotte. *b* Zuleitungsrohr. *c* Deck. *d* Munitionsraum. *s* Schwimmer. *v* Ventil. *w* Wasserlinie. *x* Wegerung.

Explosion der gelagerten Munition zu verhüten. Nachdem Konstruktionen und Ausführungen der verschiedensten Art gemacht wurden, liegt gegenwärtig ein Flutventil (Fig. 1 bis 3) vor uns, das sich als zuverlässig und zweckmässig erwiesen hat. Die Wandung des Gehäuses ist schwach bemessen, um ein geringes Gewicht zu erzielen. Das Gehäuse ist geteilt, um eine Bearbeitung der Klappenflächen möglich zu machen, und wird mittels schmiedeeiserner, verzinkter Schrauben mit metallenen Muttern zusammengehalten. Solche Schrauben sind dem Einfluss des Seewassers gegenüber widerstandsfähiger, die metallenen Muttern verhüten das Einrosten. Der untere Teil des Gehäuses ist mit einem Flansch ausgerüstet, an dem das durch Deck nach dem Kingston-Ventil führende Zuleitungsrohr geschraubt ist. Eine zweiteilige Stopfbüchse *b* verschliesst den Durchgang des Rohres durch das Deck wasserdicht (Fig. 4). Das ganze Ventil ist mit dem am oberen Gehäuse befindlichen Flansch an das Querschott geschraubt. Die metallene Stopfbüchse *d* mit Dichtungsmutter *e* hat in ihrem nach unten verlängerten Teile Gewinde, durch das die metallene Spindel *f* geführt ist. Die metallenen Ventilklappen *a*, drehbar im Scharnier *g*, haben Lederdichtung und sind vermöge der kleinen metallenen Rahmen *h* und Schräubchen *i* befestigt. Das ebenfalls metallene Gestänge *k* und k_1 ist am schmiedeeisernen Hebel *l* in einem Bolzen drehbar. Der Hebel *l* ist als äussere, *k* als innere Gabel ausgestattet, worin sich nun k_1 fügt.

Der schmiedeeiserne Hebel *l* ist im Bolzen *n* drehbar, am Ende dieses Hebels *l* befindet sich Schwimmer *p* und Gestänge *o*.

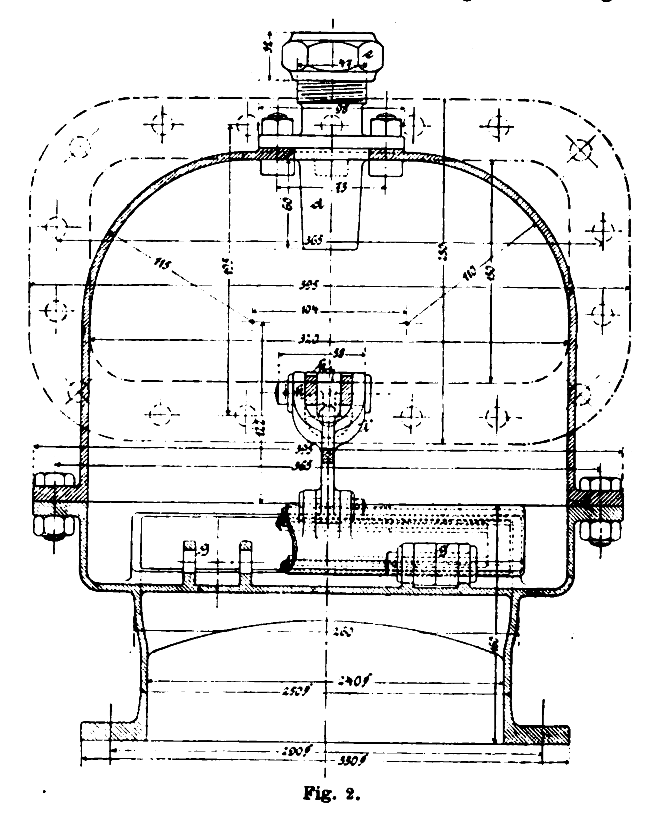


Fig. 2.

Ein am Hebel *l* angebrachter Nocken, auf den die Spindel *f* drückt, schliesst die Ventilklappen *a*. Demzufolge ist das Loch im Hebel *l* oval ausgearbeitet, um den Hebel freier arbeiten lassen zu können. Das Schwimmergestänge *o* hat über dem Schwimmer *p* eine Führung, bestehend aus zwei auf Bolzen laufenden metallenen Rollen, die an der Schottwand befestigt ist (Fig. 5). Der kupferne Schwimmer *p*, 210 mm Durchmesser, 70 breit, hat, wie ersichtlich, im Inneren ein Rohr wasserdicht eingelötet, durch dieses geht das Schwimmergestänge *o* von 13 mm Durchmesser. Die Befestigung des Schwimmers am Gestänge ist aus Fig. 1 ersichtlich. Fig. 4 zeigt das beschriebene Flutventil in kleinerem Masstabe an der Schottwand der Munitionskammer angeordnet. *a* ist die Schottwand, an die das Ventil geschraubt ist, *b* das Zuleitungsrohr durch das Deck *c* nach dem Kingston-Ventil. Schwimmer *p* und Gestänge *o* sind in der sogen. Wegerung untergebracht, dieselbe besteht aus Flacheisenstäben, die ziemlich bis zur Decke des Munitionsraumes *d* gehen, 100 mm voneinander entfernt und 80 mm vom Schott *a* befestigt sind.

Hier liegt der Schwimmer und Gestänge ohne besondere Schutzvorrichtung und vor Stössen u. s. w. geschützt. Erwähnt sei noch, dass der Schwimmer und das Gestänge mit den Ventilklappen ausbalanziert sind. Bricht nun in dem Munitionsraum oder einem diesem nahe gelegenen Raume Feuer aus, so wird die Spindel *f* bis zum Anschlag aufgedreht. Die Bethätigung derselben kann eine mannigfache sein und wird den

Verhältnissen angepasst. Es fällt dann der Schwimmer herunter und öffnet durch den Hebel *l* die Ventilklappen *a*, so dass jetzt Seewasser durch das Gehäuse in den Munitionsraum gelangt. Da nun die Munitionsräume meistens nur zum Teil unter der Aussenwasserlinie, der sogen. Konstruktionswasserlinie liegen, wird das Wasser auch nur bis zu letzterer steigen, demzufolge schliesst der Schwimmer das Ventil. Um nun aber auch, wenn erforderlich, den Munitionsraum ganz befluten zu können, wird eine Pumpanlage benutzt, die sich an Bord eines jeden Kriegsschiffes befindet und später den Munitionsraum wieder leert. Es leuchtet sofort ein, dass bei rechtzeitigem Gebrauch des Ventiles ein Feuer stets zu beschränken und keine Explosion der Munition zu befürchten sein wird. Die Grösse der Ventile richtet sich nach dem Raum und befinden sich manchmal bei grösseren Räumen mehrere derartige Ventile.

Bücherschau.

Die Industrie des Steinkohlenteers und Ammoniaks von Dr. *Georg Lunge*. Vierte umgearbeitete Auflage von Dr. *Hippolyt Köhler*, technischer Chemiker für die Industrie des Steinkohlenteers. Zwei Bände. Erster Band: „Steinkohlenteer" mit 201 Abbildungen. Zweiter Band: „Ammoniak" mit 82 Abbildungen. Braunschweig. Verlag von Friedrich Vieweg und Sohn. 1900.

Das best eingeführte *Lunge*'sche Werk musste bei seiner Neuauflage wegen grosser Ansammlung neuen Materials in den dazwischen liegenden Jahren bedeutend vergrössert und deshalb in zwei Bänden ausgegeben werden. Ferner gewann *Lunge* einen mitten in der Praxis stehenden Spezialfachmann als Bearbeiter, weil er wegen anderer ihm erwachsener Aufgaben nicht mehr in den wünschenswerten innigeren Beziehungen mit der Steinkohlenteerölindustrie steht. Der neu gewonnene Bearbeiter hat seine Aufgabe, wir dürfen das gleich eingangs hervorheben, mit grossem Geschick und vielem Fleiss gelöst.

Der erste Band zergliedert sich in 11 Kapitel nebst einem Anhange, er umfasst 702 Seiten und behandelt im ersten Kapitel Allgemeines über die Steinkohle und die trockene Destillation derselben. Das zweite Kapitel behandelt die Herkunft des Steinkohlenteers (aus Gasfabriken, aus Kokereien, Gasgeneratoren, Hochofengasen u. s. w.), dann folgt Kapitel 3 über die Eigenschaften des Steinkohlenteers und seiner Bestandteile. Weitere Kapitel behandeln die Verwendung des Teers ohne Destillation, d. h. seine Vergasung, seine Verbrennung, also Anwendung zu Heizzwecken und als Kraftquelle, seine Brauchbarkeit als Konservierungsmittel für Holz u. s. w., zur Dachpappenfabrikation und Russfabrikation u. s. w. Hieran reiht sich dessen Verwendung in der Teerdestillation, die Kapitel über Pech, Anthracenöl, Schweröl, Karbolöl (Karbolsäure, Naphtalin, Pyridinbasen), über Leichtöle und die sogen. durch Dampfrektifikation zu gewinnenden sogen. Endprodukte. Die klare Schilderung und Darstellung der Gewinnungsmethode ist, wo dies notwendig erschien, durch gute Abbildungen unterstützt, die Eigenschaften der Handelssorten sind stets eingehend geschildert, ihre Unterscheidungsmerkmale und die an sie zu stellenden Eigenschaften angegeben, ebenso die hierzu gehörigen Untersuchungsmethoden.

Der zweite Band behandelt auf 291 Seiten Text die Industrie des Ammoniaks. Die Herkunft und Bildung des Ammoniaks, die Zusammensetzung und Analyse des Ammoniakwassers, sowie dessen Verarbeitung werden in drei Kapiteln eingehend behandelt. Ein viertes Kapitel ist der Fabrikation der technisch wichtigen Ammoniaksalze gewidmet.

Hieran reihen sich Nachträge zum ersten und zweiten Band, in welchen die während der Herstellung des Werkes erschienenen Neuerungen in den beiden Industrien noch zur Aufnahme gelangen.

Wir sind in der Lage, das gediegene Werk allen Interessenten aufs beste zu empfehlen, wobei wir analytische Chemiker und Gasfachmänner noch ganz besonders auf den reichen Inhalt des für sie Wissenswerten aufmerksam machen. *Bujard.*

Dr. med. *Willy Sachs*, **Die Kohlenoxydvergiftung in ihrer klinischen, hygienischen und gerichtsärztlichen Bedeutung.** Mit einer Spektraltafel. Braunschweig 1900. Fr. Vieweg und Sohn. 8°. 236 S.

Der Verfasser, welcher in der *Vierteljahrsschrift für öffentliche Gesundheitspflege* eine Arbeit über das Eindringen von Kohlenoxyd in menschliche Wohnungen veröffentlicht hatte, hat auf Anregung der Verlagsbuchhandlung eine *umfassende monographische Bearbeitung der Kohlenoxydvergiftung*, an welcher es bisher gefehlt hatte, unternommen. Bildet daher die vorliegende Schrift schon an sich eine erfreuliche Ergänzung der Litteratur über die Vergiftungen, so ist noch besonders *der Fleiss und das Geschick*, mit welchem das grosse, zudem in einem übersichtlichen *Litteraturverzeichnis* niedergelegte Material gesammelt und bearbeitet wurde, anzuerkennen. Die Kohlenoxydvergiftung ist nicht nur für den Toxikologen von hervorragendem Interesse, auch der praktische Arzt, der Hygieniker, der Gerichtsarzt, der Fabrikarzt, und hinsichtlich der Minenkrankheit auch der Militärarzt, kommen jeder auf seinem Gebiete mit der Kohlenoxydvergiftung in Berührung und schliesslich fällt ihr Nachweis hervorragend in das Arbeitsgebiet des *Gerichtschemikers*. Allen diesen Gesichtspunkten widmet die Schrift eine eingehende Berücksichtigung.

Der *chemische* Teil erörtert das Vorkommen des CO, seine Darstellung und seine physikalischen Eigenschaften; der *klinische* die allgemeine und spezielle Symptomatologie, die pathologische Anatomie, Diagnose und Prognose der Kohlenoxydvergiftung; der *toxikologisch-physiologische* die Wirkung und den Nachweis des CO — der *Nachweis des CO im Blute* ist natürlich besonders eingehend behandelt — und das Schicksal des Kohlenoxyds im Körper. Weitere Abschnitte handeln von den *Theorien* der Vergiftung mit CO und von der Therapie derselben. Die beiden letzten Kapitel behandeln ausführlich die *hygienische* Bedeutung: Vergiftungen im *Fabrikbetriebe* und in *Wohnräumen* und ihre Verhütung, sowie auch die *Minenkrankheit* — und die *gerichtsärztliche* Seite: *Selbstmord, Mord, Unglücksfall, geistige Störungen* nach CO-Vergiftung, *Haftpflicht* bei Unfällen.

Zum hygienischen Teil mögen noch einige spezielle Bemerkungen gestattet sein: dass die Füllöfen, namentlich die sogen. Amerikaneröfen, unter Umständen recht verhängnisvoll werden können, dafür bringt der Fall aus *Karlsruhe* einen Beleg, wo nach Zeitungsnachrichten im vergangenen Winter zwei Damen dem aus dem Schlafzimmerofen ausströmenden Kohlendunste in der Nacht erlegen sind.

„Die Oefen je eines Stockwerkes in *einen* Schornstein münden zu lassen" (S. 185), dürfte kaum je ausführbar und zweckmässig sein, vielmehr scheint man doch überall in Neubauten dazu überzugehen, jedem Ofen seinen eigenen Schornstein zu geben, wie auch Verfasser empfiehlt.

Schliesslich kann Referent zu der Vergiftung durch *Kohlenbecken* einen interessanten Fall beibringen, welcher besonders auch von *baupolizeilichem* Interesse ist. Die verbreitete Sitte, zwecks Austrocknung von Wänden Kohlenbecken aufzustellen, führte in Stuttgart in einem Falle zu einer bedenklichen CO-Vergiftung mehrerer Personen: der ganze Parterrestock eines Hauses wurde umgebaut (in ein grösseres Wirtschaftslokal mit Nebenräumen); obgleich derselbe noch keine Fenster und Thüren hatte, also sich stark ventilierte, drang doch von den zahlreich aufgestellten Kohlenbecken CO (durch Zwischenboden, Kamine, Treppenhaus?) in das darüber liegende Stockwerk derart, dass die hier wohnende Familie in einer Nacht mehr oder weniger stark erkrankte. Der Fall gab Anlass zu einem *ortspolizeilichen Verbot der Aufstellung solcher Kohlenbecken in auch nur zum Teil bewohnten Häusern.* *Knauss*-Stuttgart.

Das Eisenhüttenwesen. Erläutert in acht Vorträgen von Geh. Bergrat Prof. Dr. *H. Wedding*. Mit 12 Figuren im Text. (*Aus Natur und Geisteswelt*. Sammlung wissenschaftlich-gemeinverständlicher Darstellungen aus allen Gebieten des Wissens. 20. Bändchen.) Leipzig. Verlag von B. G. Teubner. Geh. 90 Pf., geschmackvoll geb. 1,15 M.

In dem schmucken, mit guten Abbildungen versehenen Bändchen wird uns zunächst die Erzeugung des schmiedbaren Eisens bei Holzkohlenfeuerung geschildert und dann gezeigt, welche gewaltigen Aenderungen mit der Erfindung des Hochofenprozesses eintraten. Der Verfasser belehrt uns über die chemischen, physikalischen und geologischen Grundlagen derselben, über die Eisenerze und Brennstoffe, über die verschiedenen Eisenarten und ihre Benennungen, um dann die Erzeugung der verschiedenen Eisenarten und die dabei in Betracht kommenden Prozesse zu schildern, insbesondere auch die in unserer Zeit besonders wichtigen Formgebungsarbeiten und die Härtung. Der letzte Abschnitt ist dem schlimmsten Feind des Eisens, dem Roste, gewidmet.

Das inhaltreiche und dabei billige Bändchen können wir warm empfehlen.

Karte von Ost-China mit Spezialdarstellungen der Provinzen Tschili und Schantung, des unteren Peiholaufes sowie Plänen von Peking, Tientsin, Taku, Tsingtau, Schanghai, Kanton und Hongkong. Bearbeitet von *P. Krauss*. Leipzig und Wien. Verlag des Bibliographischen Instituts. 1900. Preis 80 Pf.

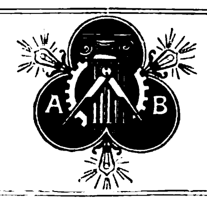
Arnold Bergsträsser Verlagsbuchhandlung (A. Kröner) Stuttgart.
Druck der Union Deutsche Verlagsgesellschaft ebendaselbst.



DINGLERS
POLYTECHNISCHES JOURNAL.

81. Jahrg., Bd. 315, Heft 49. Stuttgart, 8. Dezember 1900.

Jährlich 52 Hefte in Quart. **Abonnementspreis** vierteljährlich 6 M., direkt franko unter Kreuzband für Deutschland und Oesterreich 6 M. 65 Pf., für das Ausland 7 M. 30 Pf. Redaktionelle Sendungen und Mitteilungen bittet man zu richten: An die Redaktion von „Dinglers Polytechn. Journal" in Stuttgart, die Expedition betreffende Schreiben an Arnold Bergsträsser Verlagsbuchhandlung (A. Kröner) Stuttgart.



Die Regulierung von Dampfmaschinen für verschiedene Zwecke.

Von **Willibald Trinks**, Philadelphia, Pa., U. S. A.

Die Regulierung der Dampfmaschinen bildet einen Abschnitt im Maschinenbau, dessen Entwickelung von hervorragendem Scharfsinn und Erfindungsgeist Zeugnis ablegt. An Stelle des ursprünglich allein herrschenden einfachen Pendelregulators mit Einwirkung auf ein Drosselventil sind eine Unzahl der verschiedenartigsten Gewichts- und Federregulatoren, Regulierapparate, Vierpendel- und Doppelpendelregulatoren mit Einwirkung auf Drosselung oder Füllungsveränderung getreten, so dass heute eine verwirrende Menge der verschiedenartigsten Konstruktionen vorhanden ist. Die Theorie der Regulatoren an sich mit allen Einzelheiten ist klargelegt und durch Versuche bestätigt worden, so dass man heute die Auswahl hat zwischen verschiedenen rechnerischen, zeichnerischen und kinematischen Methoden. Diesen Errungenschaften der Spezialisten steht der ausübende Dampfmaschineningenieur, auch wenn er die Regulatorentheorie kennt, verhältnismässig hilflos gegenüber. Denn während einerseits jeder Regulatorprospekt den darin beschriebenen Regulator als den besten und einzig anwendungswerten anpreist, zeigen andererseits Messungen im Betriebe, dass die angegebenen oder gerechneten Ungleichförmigkeits- und Unempfindlichkeitsgrade mit den wirklich auftretenden Schwankungen der Umdrehungszahl häufig nicht übereinstimmen, und dass Abweichungen in der Umdrehungszahl auftreten, von denen in der Theorie nichts zu finden ist.

Die folgenden Erörterungen sollen daher, ohne Anspruch auf Vollständigkeit zu machen, dazu dienen, die richtige Wahl eines Regulators für bestimmte Gruppen von Maschinen mit Rücksicht auf deren verschiedenartige Betriebsbedingungen und die Wechselwirkung zwischen Regulator und Steuerung zu erleichtern. Ferner sollen dieselben zeigen, wie weit die gute Regulierung vom Regulator an sich, und wie weit sie von anderen Umständen abhängt, und endlich, wie weit man zu rechnen in der Lage ist, und wo die Rechnung aufhört.

Eine der grössten Maschinengruppen, diejenige der Transmissionsdampfmaschinen, weist infolge der verschiedenartigen Zwecke der angetriebenen Maschinen entsprechend grosse Unterschiede in den Anforderungen auf, welche an die Regulierung gestellt werden. Während an eine 1- bis 2pferdige Dampfmaschine zum Betriebe etwa eines Sandmischers Anforderungen in Bezug auf Gleichmässigkeit des Ganges oder auf Dampfersparnis nur in ganz geringem Masse gestellt werden, findet man dieselben Anforderungen bei den grossen Maschinen, beispielsweise für Spinnereibetrieb, so weit in die Höhe getrieben, dass es schwierig ist, denselben gerecht zu werden. Daher benutzt man in dem einen Falle einen möglichst einfachen und billigen Regulator mit Einwirkung auf ein Drosselventil, im anderen Falle dagegen einen komplizierten Gewichts- oder Federregulator mit Einwirkung auf die Grösse der Dampffüllung.

Die Unterschiede zwischen Drosselregulierung und Füllungsregulierung lassen sich am besten aus Dampfdiagrammen (Fig. 1) erkennen. Der Linienzug *C B A E D* stellt das Diagramm für die grösste Arbeit dar, und zwar sowohl für eine mit Drosselregulierung als auch für eine mit Füllungsregulierung arbeitende Maschine. Mit dieser grössten Arbeitsleistung arbeiten beide Maschinen gleich unvorteilhaft, denn in beiden wird die Arbeit *A B C D E* mit einem Cylinderinhalte voll Dampf von der hohen Endspannung p_1 geleistet. Sobald aber die Belastung geringer wird und sich der normalen Arbeitsleistung nähert, tritt der erhebliche Vorteil der Regulierung durch Veränderung der Füllung hervor, denn mit der gleichen Spannung p am Ende des Hubes liefert die Drosselregulierung, bei welcher die Füllung unverändert bleibt, nur die Arbeit

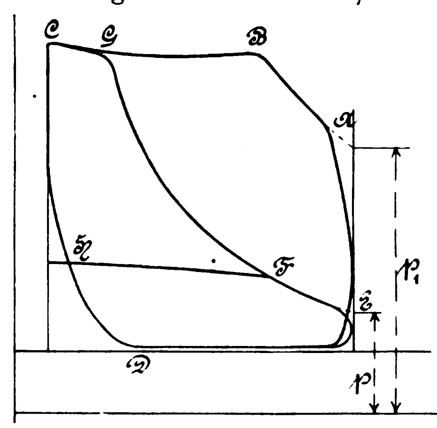


Fig. 1.

E F H D E, während bei Füllungsregulierung die Arbeit *E G C D E* geleistet wird, was einen bedeutenden Unterschied ergibt. Der Unterschied besteht in dieser Grösse thatsächlich bei grossen Maschinen mit geheizten Cylindern, während er für kleinere Maschinen mehr und mehr verschwindet. Der Grund dafür liegt in dem Temperaturgefälle. Kleine Maschinen besitzen im Verhältnis zum Cylinderinhalte sehr grosse abkühlende Flächen, so dass bei einem Diagramm von der Form *E G C D* einer kleinen Maschine mehr Dampf allein durch Flächenkondensation verschluckt würde, als zur Erzeugung der Arbeit verbraucht wird. Dagegen vermindert die Dampfdrosselung erstens das Temperaturgefälle durch Verminderung der Spannungsunterschiede, und zweitens überhitzt sie den durchströmenden Dampf, so dass der Kondensationsverlust verschwindend gering wird. Es ist daher vollständig zwecklos, bei einer kleinen Maschine Regulierung durch Veränderung der Füllung anzuwenden (falls nicht wie bei einigen durch Achsenregulator bethätigten einfachen Schiebern gleichzeitig eine starke Drosselung für kleine Arbeitsleistungen ausgeübt wird), weil dieselbe eine unnötige Komplizierung ohne irgend welchen Gewinn bedeutet. Selbst bis hinauf zu Maschinengrössen von 20 PS und weiter (je nach Umdrehungszahl) sind die Unterschiede infolge des Einflusses des Temperaturgefälles noch so klein, dass in der Mehrzahl der Fälle Drosselregulierung vorzuziehen ist. Für grössere Betriebsmaschinen ist dieselbe nur als Notfallsausklinkvorrichtung zu gebrauchen, sonst aber ist immer die Füllung zu verändern.

Die zweite wichtige Frage in der Regulierung betrifft die Gleichmässigkeit des Ganges. Wie schon angedeutet, wechselt die erforderliche Gleichförmigkeit mit dem Zwecke der Antriebsmaschinen. Die weitaus grösste Mehrzahl von Betriebsmaschinen treibt Arbeitsmaschinen, deren Gang erhebliche Aenderungen der Umdrehungszahl ohne Schädigung des Fabrikationsganges zulässt. Ob die Tourenzahl von Maschinen wie Drehbänke, Hobelmaschinen, Kohlenverlader, Seifenrührwerke, Schokolademühlen u. a. m. zwischen 10 % über der normalen und ebensoviel unter der normalen pendelt, oder ob Schwankungen von nur 4 % stattfinden, ist ganz gleichgültig. Aus diesem Grunde sind die Erbauer von Transmissionsdampfmaschinen, welche nur für Arbeitsmaschinen der erwähnten Art verwandt werden, in der angenehmen Lage, jeden beliebigen Geschwindigkeitsregulator anwenden zu können, wobei jede Gefahr einer verkehrten Wahl ausgeschlossen ist. Der einfache Watt-Regulator und der empfindlichste Federregulator sind in diesem Falle gleich gut und der billigste Regulator ist der beste. Es ist in diesem Falle empfehlenswert, sich aus den Prospekten verschiedener Regulatorfirmen die Preise als Funktion des Arbeitsvermögens aufzutragen. Das Ergebnis liefert überraschende Unterschiede. Eine Veröffentlichung derselben an dieser Stelle muss aber aus erklärlichen Gründen unterbleiben.

Weit grössere Schwankungen der Umdrehungszahl, als sie durch den Regulator bedingt sind, treten infolge zu leichter Schwungräder auf. Da jeder Regulator nur alle halben Umdrehungen wirkt, so kommt es bei plötzlichen Aenderungen der Belastung häufig vor, dass fast die ganze Arbeitsmenge eines Hubes zur Verzögerung oder Beschleunigung der Maschine dient. Die hierdurch hervorgerufene Aenderung der Maschinengeschwindigkeit, welche bei zu leichtem Schwungrad 25 % übersteigen kann, hat ein heftiges Springen und Schlagen des Regulators zur Folge. Um dem abzuhelfen, wird gewöhnlich der Regulator mit einer Oelbremse versehen, oder, falls er schon mit einer solchen ausgerüstet ist, dieselbe durch Verengen des Durchflussquerschnittes wirksamer gemacht. Das Stossen des Regulators hört dann auf, aber die Aenderungen der Maschinengeschwindigkeit werden noch grösser als sie vorher waren, weil man dem Regulator die Möglichkeit einer schnellen Einwirkung genommen hat. Wenn der Regulator mittels Riemen angetrieben ist, so lässt es sich meistens gut derart ausführen, weil der Riemen sich erstens dehnt und streckt wie ein Gummiband, und zweitens bei gar zu heftiger Aenderung der Winkelgeschwindigkeit auf den Scheiben gleitet. Es liegen aber Fälle genug vor, wo unter solchen Verhältnissen der Riemen überanstrengt wurde und riss. Unglücksfälle sind dann kaum zu vermeiden, wenn nicht Sicherheitsvorrichtungen vorhanden sind. (Solche Vorrichtungen sind in den Vereinigten Staaten von Nordamerika allgemein, weil dort die weitaus grösste Mehrzahl der Regulatoren durch Riemen angetrieben wird. Das einfachste Mittel besteht in der Anwendung zweier nebeneinander laufender Riemen und rechtzeitiger Erneuerung, sobald als einer von beiden reisst. Weiter kann die Spannung des Riemens dazu benutzt werden, eine Drosselklappe D offen zu halten (Fig. 2 und 3). Sobald der Riemen reisst, fallen Gewichte G_1 und G_2 nieder und schliessen die Klappe D. Endlich lässt sich bei Corliss-Steuerungen die Ausklinkung derartig ausbilden, dass der Dampf abgesperrt wird, wenn der Regulator tiefer sinkt, als grösster Füllung entspricht (Fig. 4 und 5). Dann tritt anstatt des Knaggens K_1 für normale Ausklinkung der Knaggen K_2 in Wirkung. Um das Wiederanlassen der Maschine zu ermöglichen, wird beim Anhalten derselben die herzförmige Scheibe S herumgedreht, so dass der Regulator nicht tiefer sinken kann, als der grössten Füllung entspricht, weil er mittels des Zapfens Z auf der Scheibe S ruht.) Ist dagegen der Antrieb des Regulators zwangläufig, dann hängt das Weitere von der Grösse desselben und der Stärke der Antriebszähne ab. Bei kleinem Regulator und kräftigem Antrieb ist nichts zu befürchten. Bei schwerem Regulator und besonders bei hoher Umlaufszahl desselben brechen aber unweigerlich die Zähne der Uebertragung oder, falls die Zähne kräftig genug sind, die Arme des Regulators.

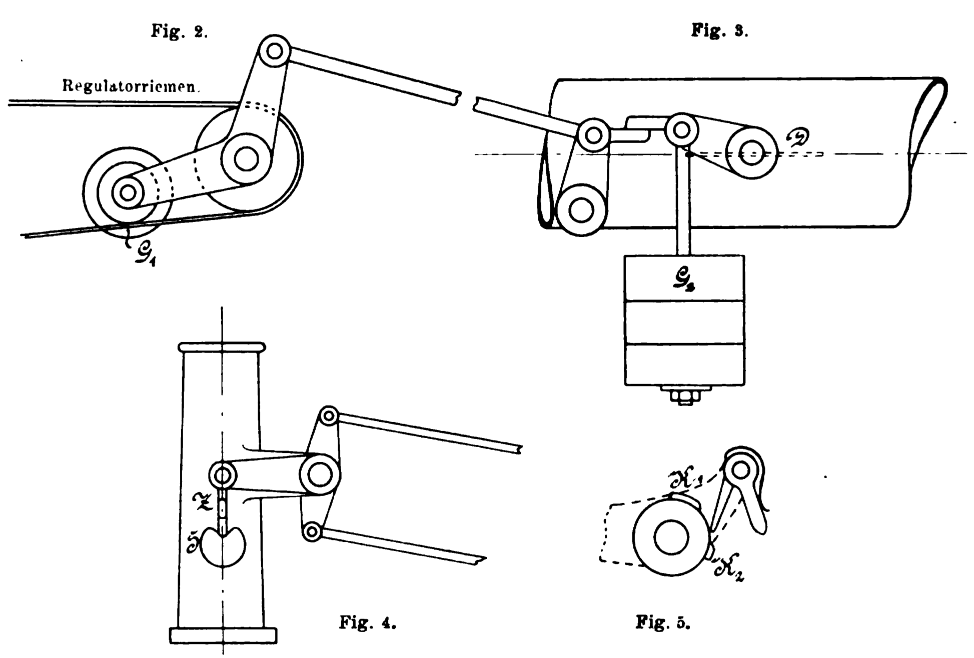


Fig. 2. Fig. 3. Fig. 4. Fig. 5.

Das sind die Folgen zu leichter Schwungräder. Thatsachen lehren, dass dieselben keineswegs übertrieben sind. Leider wird in solchen Fällen fast immer am Regulator umhergedoktort, während der richtige Weg, die Schwungmasse zu vermehren, nur selten beschritten wird.

Regulierung von Dampfmaschinen für Dynamobetrieb.

Der ideale Zustand, bei dem ungefähr jeder Regulator ohne weiteres für alle Maschinenarten gleich gut anwendbar ist, hört auf, wenn eine empfindliche Regulierung und eine grosse Gleichmässigkeit verlangt wird. Die höchste Gleichförmigkeit erfordern gegenwärtig die Dynamomaschinen, wie folgende Zahlen beweisen: Die Spannung einer Nebenschlussmaschine ist, falls nicht ein automatischer Spannungsregler vorhanden ist, proportional der Umdrehungszahl und die Leuchtkraft einer Glühlampe ist proportional der fünften bis sechsten Potenz der Spannung. Also ist auch die Leuchtkraft der Glühlampe proportional der fünften bis sechsten Potenz der Umdrehungszahl. Besitzt z. B. eine Glühlampe bei 100 Maschinenumdrehungen in der Minute 16 Kerzen Leuchtkraft, so steigt dieselbe bei 105 Umdrehungen auf rund 21 Kerzen. Sogar bei einer so gleichmässigen Regulierung, wie sie eine Gesamtungleichförmigkeit von 4 % darstellt, schwankt die Leuchtkraft noch zwischen $14\frac{1}{2}$ und 18 Kerzen. Hieraus geht genügend hervor, dass keine andere Maschinengruppe höhere Anforderungen an gleichmässige und empfindliche Regulierung stellt als die elektrischen Maschinen, und dass die Mittel und Wege zur Erfüllung dieser Anforderungen ohne weiteres auf alle anderen Maschinengruppen, welche vorzüglich gleichmässigen Lauf erfordern, anwendbar sind.

Um zu zeigen, wie weit man sich zur Erzielung der besten Regulierung der Rechnung bedienen kann, und wo dieselbe aufhört, wird es notwendig, an dieser Stelle die wichtigsten Sätze der Regulatorentheorie zusammenzustellen, und zwar ohne nähere Begründung (welche aus anderen Veröffentlichungen oder Lehrbüchern zu entnehmen ist).

Bei einem beliebigen Regulator (Fig. 6) ist eine horizontal wirkende Kraft C_q notwendig, um das halbe Muffengewicht Q, und eine Kraft C_g, um das Gewicht der Schwungmasse G im Gleichgewicht zu halten. Die Kräfte C_g und C_q können

aus dem Regulatorgetriebe durch Rechnung oder Zeichnung (Momentengleichung, Kräftedreiecke, virtuelle Arbeiten, kinematisch durch Momentanpol) bestimmt werden und sind von der Lage der Regulatorspindel unabhängig. Q kann für verschiedene Höhenlagen der Muffe wechselnde Werte annehmen, welcher Fall bei Federregulatoren eintritt. Trägt man die Kräfte C_g und C_q unter dem jedesmaligen Schwerpunkte des Schwunggewichtes auf, so entstehen zwei Kurven, die C_g- und die C_q-Kurven. Die Tangente des Winkels α (Fig. 7) zwischen der Abscissenachse und der Verbindungslinie des Nullpunktes O mit einem beliebigen Punkte der durch Addition $C_q + C_g$ erhaltenen Kurve ist

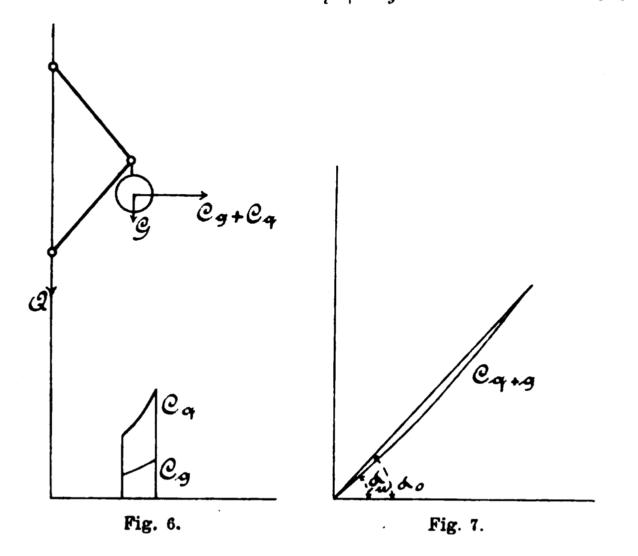


Fig. 6. Fig. 7.

proportional dem Quadrate der Winkelgeschwindigkeit ω, also auch der Umdrehungszahl u des Regulators in seiner diesem Punkte entsprechenden Stellung. Soll der Regulator brauchbar sein, so müssen für den steigenden Regulator auch die Winkel α wachsen. Sind α_n, α_m und α_o die Winkel in den Regulatorstellungen für untere, mittlere und obere Tourenzahl, so ist

$$\frac{\omega_o - \omega_n}{\omega_m} = \frac{tg\,\alpha_o - tg\,\alpha_n}{2\,tg\,\alpha_m}$$

der Ungleichförmigkeitsgrad δ des Regulators. Aenderungen des Regulatorgetriebes und Aenderungen der Entfernung des Schwunggewichtsschwerpunktes von der Drehachse verändern δ in weiten Grenzen. Eine Vergrösserung von δ ist ohne weiteres zulässig und wird davon bei den später zu besprechenden statischen Regulatoren Gebrauch gemacht. Einer weitgehenden Verkleinerung von δ stehen dagegen folgende Schwierigkeiten im Wege: Bei den meisten Regulatoren ist die C_g- und C_q-Kurve gekrümmt und einer Verkleinerung von δ ist durch Annäherung an den astatischen Punkt eine Grenze gesetzt. Weiter tritt, falls die C_q-Kurve nicht ganz astatisch ist, infolge des Widerstandes der Steuerung ein Labilwerden beim Verstellen des Regulators ein. Endlich wird δ bei nicht ganz astatischer C_q-Kurve geändert durch Be- oder Entlastungen der Muffe, welche zum Zweck einer Veränderung der Umdrehungszahl vorgenommen werden, so dass auch hierdurch ein Labilwerden des Regulators bei zu kleinem δ eintritt.

Je grösser die Regulatormassen und deren beim Verstellen beschriebene Wege sind, desto grösser muss δ sein, um die bewegten Massen auffangen zu können. Das Auffangen der Massen wird unterstützt durch eine Oelbremse, weniger durch Reibung in den Gelenken des Regulators.

Ist u die Umdrehungszahl des reibungsfreien Regulators, so muss dieselbe infolge der Reibung in seinen Gelenken und in der Dampfmaschinensteuerung auf u_o erhöht bezw. auf u_n erniedrigt werden, bevor ein Verstellen eintreten kann. Der Wert $\frac{u_o - u_n}{u}$, welcher demnach zum Teil von der Regulatorreibung, zum Teil von dem Widerstande des Stellzeuges abhängt, wird als Unempfindlichkeitsgrad ε bezeichnet. Derselbe vergrössert die Ungleichförmigkeit des Regulators, so dass sein gesamter Ungleichförmigkeitsgrad gleich $\delta + \varepsilon$ ist.

Nach dieser Erinnerung zu den Betriebsbedingungen elektrischer Maschinen übergehend, werde zunächst der Einfluss erörtert, welchen die Schaltungsweise der Dynamomaschine auf die Wahl des Ungleichförmigkeitsgrades δ ausübt. Durch Einschaltung von Hauptstromwindungen in die Erregung lässt sich die Spannung bei wachsender Belastung so beeinflussen, dass trotz der infolge von δ sinkenden Umdrehungszahl je nach der Anzahl von Hauptstromampèrewindungen die Spannung unverändert bleibt oder sogar steigt. Dieselbe Wirkung lässt sich durch einen automatischen Spannungsregler erzielen, d. h. durch eine Vorrichtung, welche vom Hauptstrom oder von der Spannung bethätigt, selbstthätig Widerstände vor dem Nebenschluss aus- oder einschaltet. Diese Vorrichtungen gestatten dem Dampfmaschinenbau, Regulatoren mit grossem δ, wie sie für andere Betriebsmaschinen genügen, auch für elektrischen Betrieb anzuwenden. Der sich hieraus namentlich für plötzliche Belastungsänderungen ergebende Vorteil ist, wie später gezeigt werden soll, recht erheblich. Es ist aus diesem Grunde wünschenswert, dass für die grossen Zentralen ausschliesslich compound gewickelte Dynamomaschinen angewandt werden (obwohl dieselben, um sicheren Parallelbetrieb zu ermöglichen, eine kleine Komplizierung in der Schaltungsweise erfordern) und zwar nicht nur für Strassenbahnbetrieb — wo sie jetzt schon häufig zu treffen sind —, sondern auch für reinen Lichtbetrieb. Da automatische Spannungsregler wegen ihrer oft zweifelhaften und ruckweisen Wirkung gern vermieden werden, so bildet die Regulierung der Nebenschlussmaschinen noch immer ein wichtiges Kapitel.

Wie schon vorher dargelegt, verlangen dieselben, dass der Ungleichförmigkeitsgrad δ des Regulators so weit herabgedrückt werde, als möglich. Mit weitgehender Verkleinerung von δ treten aber Begleiterscheinungen auf, welche die Regulierung erheblich beeinflussen und daher näher betrachtet werden müssen. Dieselben hängen nicht nur vom Regulator, sondern auch von der Maschinensteuerung ab, insofern als Unterschiede auftreten, je nachdem ob die Maschinensteuerung nur passive oder auch aktive Wirkung auf den Regulator ausübt. Es wird demnach notwendig, diese Steuerungsgruppen getrennt zu erörtern.

Für alle Drosselregulierungen, sowie für diejenigen Steuerungen, welche keinen aktiven Rückdruck auf den Regulator ausüben, sondern nur passiven Widerstand gegen Verstellen leisten (das sind vor allem die Rider-Flach- und -Kolbenschiebersteuerungen), gilt die oben skizzierte Regulatorentheorie in vollem Umfange. Desgleichen gilt sie für die Mehrzahl der indirekt wirkenden Regulatoren mit der Abänderung, dass an die Stelle der Steuerungsverstellkraft und -reibung die zum Bewegen des Auslöseschiebers oder -ventiles notwendige Verstellkraft und Reibung tritt. Die Theorie ergibt für diese Fälle in Uebereinstimmung mit der Praxis, dass die empfindlichsten Federregulatoren die beste Regulierung ergeben, weil sie geringe Eigenreibung, hohe Umgangszahl und kleine Massen besitzen und sich bei Aenderung der Belastung ohne lang dauernde Schwankungen in die neue Gleichgewichtslage einstellen, so lange als der Ungleichförmigkeitsgrad δ einen für die verschiedenen Konstruktionen wechselnden Betrag nicht unterschreitet. Ueber den Einfluss aller dieser Werte, besonders in Bezug auf die Bewegungen des Regulators beim Verstellen, vergleiche man die Abhandlungen von *Tolle* in der *Zeitschrift des Vereins deutscher Ingenieure,* 1895 und 1896. Jedoch beachte man beim Studieren derselben, dass sie nur für solche Regulatoren gelten, welche keinen Rückdruck von der Steuerung erfahren, und ferner, dass der Hartung-Federregulator in der Zwischenzeit Aenderungen erfahren hat, welche das von *Tolle* über ihn gefällte Urteil als hinfällig erscheinen lassen. Weiter beachte man, dass zu den a. a. O. aufgeführten Federregulatoren mit geringer Eigenreibung noch der (anscheinend dem Hartung-Regulator nachgebildete) Regulator von *Heinzmann* getreten ist, und endlich, dass das angeblich von *Tolle* erfundene Mittel, die Regulatorschwungmasse behufs Erzielung einer astatischen C_q-Kurve weit nach innen zu legen, also Winkel α gross zu machen (Fig. 8), schon 3 Jahre vor *Tolle*'s Patent in den Regulatoren am Niagara angewandt worden ist (vgl. Fig. 9). Vorteilhaft ist es ferner, wenn die C_q-Kurve des

Regulators nicht zu weit von der astatischen Geraden abweicht. Der Vorteil liegt, wie schon erwähnt, darin, dass selbst grosse Verstellungskräfte auch bei kleinem Ungleichförmigkeitsgrad δ kein Labilwerden des Regulators hervorrufen können, und dass Hülsenbe- und -entlastungen zum Zwecke einer Veränderung der Umdrehungszahl keine Aenderung von δ zur Folge haben. Diese Aenderung der Umdrehungszahl, welche bei Gleichstrommaschinen nur den Zweck hat, ungenaue Berechnung der Spannung der Dynamomaschine durch mechanische Mittel auszugleichen, vermehrt bei den empfindlichen Federregulatoren die Eigenreibung derselben und wird daher besser fortgelassen, wie es auch bei den in Nordamerika so häufig angewandten Achsenregulatoren allgemein geschieht. Erfüllt der Regulator die für Steuerungen ohne Rückwirkung wesentlichen Bedingungen kleiner reduzierter Massen bei hohen Umgangszahlen, geringer Eigenreibung und einer astatischen C_q-Kurve, und hat man ferner keine zu kleine Regulatornummer gewählt, so wird man in vielen Fällen den Regulator ohne Oelbremse laufen lassen können. Da jedoch noch die Gleichmässigkeit des Antriebes, sowie der Wert δ mitspielen, so ist es vorzuziehen, eine Oelbremse vorzusehen. Es ist immer besser, wenn man eine Oelbremse abnehmen kann, als wenn man später eine solche anflicken muss.

Fig. 8.

Fig. 9.

Zum grössten Teile unrichtig und irreführend wird die Anwendung der landläufigen Regulatorentheorie für solche Regulatoren, welche Rückdruck von der Steuerung her erfahren, ja sogar, wenn auch in geringerem Masse (falls die Steuerung keine Rückwirkung ausübt) bei solchen Regulatoren, deren Unempfindlichkeitsgrad ε kleiner ist als der Ungleichförmigkeitsgrad des Schwungrades, oder welche Stössen vom Antrieb her infolge unregelmässig geschnittener Zähne, Riemenverbindungen u. s. w. ausgesetzt sind.

Die Rückwirkung der Steuerung macht sich in zwei verschiedenen Richtungen geltend. Erstens verändert sie (wenn immer in derselben Richtung wirkend) die Umdrehungszahl des Regulators und zweitens verursacht sie Regulatorschwingungen. Die Aenderung der Umdrehungszahl infolge der periodisch wiederkehrenden Hülsenbelastung durch den Steuerungsdruck ist zwar vorhanden, aber kaum bemerkbar, besonders bei Vorhandensein einer Oelbremse, welche einen grossen Teil des Steuerungsdruckes auffängt. Ungleich wichtiger sind dagegen die durch die Steuerungsrückwirkung hervorgerufenen Regulatorschwingungen. Ueber dieselben liessen sich leicht Bände schreiben (ein Anfang dazu ist kürzlich von *Isaachsen* in der *Zeitschrift des Vereins deutscher Ingenieure*, 1899, gemacht worden, jedoch unter Vernachlässigung wichtiger Einflüsse und ohne alle für die Praxis notwendigen Folgerungen zu ziehen), so gross ist die Mannigfaltigkeit derselben. Verfasser hat beobachtet, wie regelmässige Perioden von ein, zwei, drei und sogar vier Schwingungen auftraten. Die theoretischen Bedingungen für regelmässige Perioden aufzustellen, ist eine Unmöglichkeit, wie sich im weiteren ergeben wird, jedoch sind die Schwingungen von einer solchen Bedeutung für eine gute Regulierung, dass es die Mühe lohnt, sich über dieselben unter Vermeidung hochtheoretischer Betrachtungen Klarheit zu verschaffen durch Zergliederung aller Umstände, welche die Schwingungen beeinflussen.

Die Rückwirkung bringt den Regulator aus seiner Gleichgewichtslage, etwa bis a infolge kleiner, oder bis b infolge grosser Rückwirkung (vgl. Fig. 10, welche das Diagramm der Zentrifugalkräfte, ähnlich wie Fig. 6 und 7, darstellt). Wie weit der Regulator ausschlägt, und wie er sich bei der Rückschwingung benimmt, hängt ab:

1. Von seinem Ungleichförmigkeitsgrad δ. Je grösser derselbe ist, desto früher wird die von der Steuerung geleistete und an den Regulator übertragene Arbeit aufgezehrt, da die Kurve des Gleichgewichtes durch die Zentrifugalkräfte C des Regulators gegeben ist (Fig. 10), die Steuerung ihn aber ohne Aenderung der Umdrehungszahl auf der astatischen Geraden G fortschiebt, so dass die Fläche $1\,a\,2$ bezw. $1\,b\,3$ die infolge des Ungleichförmigkeitsgrades aufgefangene Arbeit darstellt.

2. Von der Reibung. Zeichnet man die sich aus dem „Unempfindlichkeitsgrad ε" ergebenden Kurven der Zentrifugalkräfte C_a und C_n für Auf- und Niedergang des Regulators (Fig. 11), welche für Ausklinksteuerung und für zwangläufige Steuerung verschieden weit von der C-Kurve des reibungsfreien Regulators abliegen, so sieht man, dass auch die Arbeit $1\,4\,5\,6$ beim Verschieben des Regulators zu überwinden ist, wobei vorläufig vorausgesetzt wird, dass derselbe vor der Verschiebung sich im Gleichgewicht auf der Kurve C befand. Ob der Regulator sofort zurückschwingt oder nicht, hängt davon ab, ob derselbe bis jenseits des Schnittpunktes s der astatischen Geraden G mit der Kurve C_a ausgeschlagen ist oder nicht.

3. Von der Regulatormasse. Je grösser die Gesamtmasse $(2\,G + Q)$ ist, desto kleiner ist die vom Steuerungsdruck hervorgerufene Beschleunigung, desto kleiner ist die Verschiebung des Regulators aus seiner Lage während der Zeit, in welcher der Steuerungsdruck wirkt. Die von der Steuerung an den Regulator abgegebene Arbeit ist aber Kraft $\times$ Weg (Regulatorverschiebung). Daraus folgt: Je grösser die Gesamtmasse des Regulators ist, desto kleiner ist die von der Steuerung an ihn abgegebene Arbeit, desto kleiner ist der Schwingungsausschlag. Ferner vermindert die Grösse der Regulatorschwungmassen allein den Schwingungsausschlag insofern, als die in Fig. 10 mit $1\,b\,3$ bezeichnete Fläche von der Differenz von Zentrifugalkräften $m\omega^2 r$ abhängt, wo $m = \frac{2\,G}{g}$ ist.

4. Von dem Ungleichförmigkeitsgrade des Schwungrades. Derselbe bewirkt, dass während des Verschiebens des Regulators die Umdrehungszahl sich ändert, so dass anstatt der astatischen Geraden G in Fig. 10 und 11 eine gekrümmte Kurve als Verschiebungskurve auftritt.

5. Von den Ungleichmässigkeiten im Regulatorantrieb, welche Stösse und plötzliche Geschwindigkeitsänderungen hervorrufen.

6. Von dem Grade der Dämpfung durch die Oelbremse, welche eine mit der Geschwindigkeit der Bewegung schnell anwachsende Arbeitsmenge verzehrt.

7. Von der Art und Grösse der Steuerungsrückwirkung. Die Regulatorbewegungen sind sehr verschieden, je nachdem ob die Steuerung den Regulator immer nach einer und derselben Richtung drückt, oder ob sie denselben auf und ab bewegt.

8. Von der Schwingungsdauer selbst. Dieselbe bestimmt die Regulatorstellung, bei welcher er den nächsten

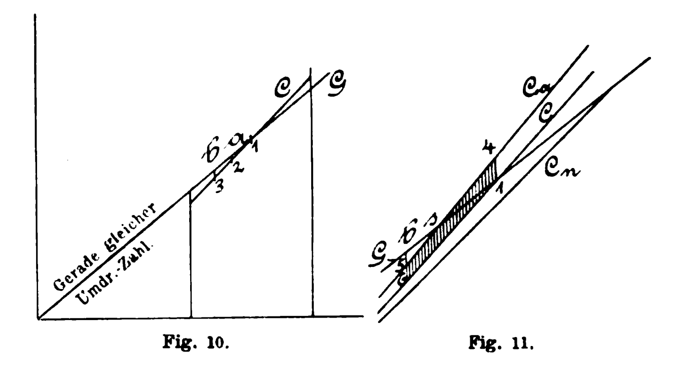


Fig. 10. Fig. 11.

Anstoss von der Steuerung erhält, ferner, ob dieser Anstoss die Schwingungen vermehrt oder vermindert, und endlich, ob der Regulator richtige oder unrichtige Füllung gibt, in welch letzterem Falle eine Maschinenschwingung eintritt, welche durch Aenderung der Zentrifugalkraft eine neue Rückwirkung auf den Regulator hervorruft.

Die Schwingungsdauer ist aber ihrerseits wieder abhängig von all den vorhergenannten Faktoren.

Man ersieht hieraus, dass es nicht möglich ist, mit Sicherheit vorauszusehen, was ein Regulator thun wird,

und dass jeder Versuch, sein Verhalten theoretisch zu bestimmen, fehlschlagen muss. Dagegen lassen sich einige wenige charakteristische Grenzfälle herausgreifen, aus denen brauchbare Verhaltungsmassregeln für die Praxis abgeleitet werden können.

1. Als erster Fall werde eine Regulierung betrachtet, welche für Steuerungen ohne Rückwirkung nahezu ideal ist, nämlich ein hochempfindlicher Federregulator mit kleinen Massen, hoher Umgangszahl, geringem Ungleichförmigkeitsgrad und ohne Oelbremse. Derselbe reguliere eine Ausklinksteuerung mit Rückwirkung. Bei Ausklinksteuerungen bewegt sich der durch den, wenn auch kleinen, Rückdruck in Bewegung gesetzte Regulator nahezu widerstandslos, so dass für den vorausgesetzten Fall geringster Eigenreibung die C_a- und C_n-Kurven unmittelbar neben der C-Kurve liegen (Fig. 12), und in dem Massstabe der Figur nur als Verdickung der C-Linie erscheinen. Der erste Steuerungsstoss bewege den ruhend gedachten Regulator bis a. Da derselbe nahezu reibungsfrei ist, bewegt er sich unter den Schwingungsgesetzen des Ungleichförmigkeitsgrades. Es wäre aber ein grosser Zufall, wenn er zufolge harmonischer Abstimmung von Ungleichförmigkeitsgrad, Umdrehungszahl u. s. w. gerade nach einer halben Maschinenumdrehung wieder auf seinem alten Platze wäre. Daran ist unter den vorausgesetzten Bedingungen kaum zu denken. Er wird vielmehr den nächsten Steuerungsanstoss etwa bei b erhalten, was infolge zu grosser Füllung ein Steigen der Umdrehungszahl hervorruft. Nun folgen verschiedene Schwingungen bei wachsender Umdrehungszahl, welche gegen den Steuerungsdruck den Regulator ruckweise wieder in die Höhe bringt. Infolge seiner Widerstandslosigkeit fliegt er dabei in der Regel zu weit bis an die obere Hubbegrenzung, wo er dann eine vollständige Nullfüllung hervorruft. Unter dem gemeinschaftlichen Einfluss des durch die Nullfüllung hervorgerufenen Abfalles der Umdrehungszahl und des nach unten wirkenden Steuerungsdruckes erfolgt eine heftige Niederschwingung mit einem kräftigen Stoss gegen die untere Hubbegrenzung, worauf das allmähliche in die Höhe klettern wieder beginnt und das Spiel sich in wunderbarer Regelmässigkeit wiederholt (Verfasser hatte Gelegenheit, solche Regulierungen zu beobachten). Obwohl theoretisch in dem betrachteten Falle nur etwa 1½ % Schwankungen der Umdrehungszahl $(\delta + \varepsilon)$ eintreten sollen, so treten in Wirklichkeit selbst bei gleichbleibender Belastung Schwankungen von beinahe 10 % auf, wie die Tangenten *1* und *2* in Fig. 12 zeigen.

Fig. 12.

Ohne weitere Untersuchungen ist einzusehen, dass eine derartige „empfindliche" Regulierung unbrauchbar ist, wobei es nicht darauf ankommt, ob die in Fig. 12 skizzierte Form der Regulatorbewegungen genau der Wirklichkeit entspricht, oder etwas davon abweicht.

2. Für dieselbe Steuerung werde ein schwerer belasteter Watt-Regulator oder ein Kley-Regulator mit Oelbremse gewählt. Für diese Regulatoren ist die zur Ueberwindung der Eigenreibung notwendige Kraft schon etwas grösser, als in dem soeben betrachteten Falle, aber noch mässig, so dass die C_a- und C_n-Kurven in Fig. 13 entstehen. Innerhalb des von denselben eingeschlossenen Gebietes kann der Regulator keine selbständigen Bewegungen ausführen. Da die Steuerung denselben fortwährend nach unten drängt, so steigt infolge der vergrösserten Füllung die Umdrehungszahl so lange, bis die Zentrifugalkraft auf ungefähr C_a' angewachsen ist, und der Regulator wieder die Stellung einnimmt, welche Gleichgewicht zwischen von der Dampfmaschine erzeugter und von der Arbeitsmaschine verbrauchter Arbeit bedingt. Damit ist die Reibung beinahe eliminiert, und der Regulator schwingt unter dem Einfluss der Steuerung herunter und durch den Ungleichförmigkeitsgrad wieder zurück. Da die Regulatormasse gross ist, und die Oelbremse, sowie ein Teil der Reibung dämpfend wirken, sind die Schwingungen klein. Ist die richtige Harmonie zwischen den verschiedenen Regulatorgrössen (einschliesslich seiner Bremsung) nicht vorhanden, so schwingt der Regulator nicht in seine Ausgangsstellung zurück, und das Spiel des ersten Falles wiederholt sich hier, allerdings in weit kleinerem Massstabe und innerhalb enger Grenzen, wodurch gewisse Schwingungsperioden entstehen. Sind aber Regulatormassen, Ungleichförmigkeitsgrad, Steuerungsdruck, Bremsung u. s. w. in richtigem Verhältnis, so tritt der ideale Fall ein, dass etwa nach Fig. 14 der Regulator sich so einstellt, dass er infolge eines Ueberschusses an Zentrifugalkraft *1 2* herauf- und infolge des Steuerungsdruckes herunterschwingt, und dass trotz der Regulatorschwingungen keine Maschinenschwingungen entstehen. Dabei ist die Umdrehungszahl etwas grösser, als derjenigen des reibungsfreien Regulators entspricht. Diese Regulierung hält demnach, obwohl sie nach der alten Regulatorentheorie weniger „empfindlich" ist als Fall *1*, die Umdrehungszahl weit besser aufrecht.

3. Derselbe Regulator habe eine zwangläufige Ventil- oder Schiebersteuerung mit Rückwirkung nach beiden Seiten zu regulieren. Die Schwingungen hängen von Dauer und Periode der Rückwirkung ab im Verein mit allen massgebenden Regulatorgrössen. Allgemein lässt sich hierüber nur bemerken, dass, wenn der Regulator schwer genug ist, und ferner Reibungs- und Oelbremsung im richtigen Verhältnis vorhanden sind, kurze Schwingungen des Regulators um die Gleichgewichtslage erfolgen, welche eine gute Regulierung ermöglichen.

Aus diesen wenigen herausgegriffenen Regulierungsfällen geht hervor, dass die statische Regulatorentheorie für Steuerungen mit Rückwirkung aufhört gültig zu sein. Die empfindlichste Regulierung wird unbrauchbar, und wenig empfindliche Regulierungen liefern brauchbare Ergebnisse. Dabei beachte man, dass bisher ungeänderte Belastung der Maschine vorausgesetzt war. Aendert sich die Belastung, so ändert sich in Fall *2* und *3* einfach die Lage des Schwingungsmittelpunktes dadurch, dass infolge der sich ändernden Zentrifugalkraft der Regulator nach der einen Seite mehr und nach der anderen bei der Rückschwingung weniger ausschlägt. Der Regulator verschiebt nicht mehr, sondern gestattet, verschoben zu werden, so dass er sich jeder kleinen Aenderung der Belastung anpasst. Der Begriff „Unempfindlichkeitsgrad" ist also voll-

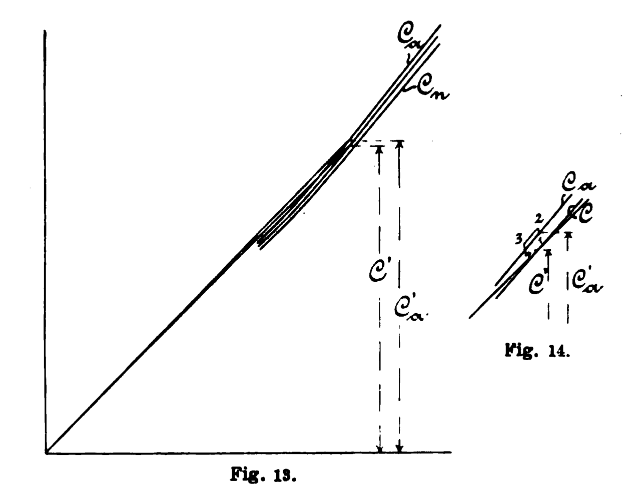


Fig. 13. Fig. 14.

ständig geändert und unsicher geworden, und die Reibung nur noch insofern von Einfluss, als sie die Schwingungsdauer des Regulators etwas beeinflusst. Der Einfluss der Reibung auf eine Aenderung der Umdrehungszahl vor dem Verstellen der Steuerung, wie ihn die statische Regulatorentheorie lehrt, ist nicht vorhanden. Diese Thatsache ist kürzlich von *Isaachsen* (*Zeitschrift des Vereins deutscher Ingenieure* vom 5. August 1899) betont worden; in den Vereinigten Staaten von Nordamerika ist diese Thatsache längst bekannt und gewürdigt; vgl. *Thurston: „Stationery steam engines for electric lighting plants"*, worin es bei der Besprechung eines Regulatorensystems heisst: „Der Rei-

bungswiderstand des Systems ist unwesentlich, so lange dasselbe in Bewegung ist; da in jedem in Bewegung befindlichen und Erschütterungen ausgesetzten System die Reibung praktisch eliminiert ist, und jeder Teil diejenige Stellung einnimmt, welche er in einem ähnlichen reibungsfreien System annehmen würde."

Es fragt sich, auf welche Weise die Regulierung in Fall *1* brauchbar gemacht werden kann. Die Antwort lautet: Durch Hinzufügen einer Reibungsbremse oder einer Oelbremse oder durch Vermehrung der Regulatormassen (bezw. Wahl einer „grösseren Regulatornummer"), am besten aber durch Anwendung aller dreier Mittel. Die Wirkungen von Reibungs- und Oelbremse sind etwas verschieden. Beide haben zunächst den gleichen Einfluss, die Schwingungsdauer des Regulators zu verändern. Dies ist sehr wichtig; denn die Schwingungsdauer des Regulators kann mit der Maschine so harmonieren, dass die Regulatorschwingungen durch den Steuerungsdruck immer verstärkt werden. Ein leichtes Anziehen der Bremse hilft dem sofort ab. Ferner vermindern beide die Schwingungsweite und damit die Wahrscheinlichkeit, dass die Steuerung grossen Füllungsschwankungen ausgesetzt wird, welche unabänderlich mit Schwankungen der Umdrehungszahl verbunden sind. Der Unterschied in der Wirkung zwischen Reibungsbremse und Oelbremse besteht in der Verschiedenheit des Widerstandes. Die Reibungsbremse bietet für alle Geschwindigkeiten gleichen Widerstand, während der Widerstand der Oelbremse mit der Geschwindigkeit der Bewegung erheblich wächst. Infolgedessen wird eine Reibungsbremse bei plötzlichen Belastungsänderungen grössere Beweglichkeit gestatten, als eine Oelbremse, während andererseits das Verhüten zu heftiger Bewegungen auch als Vorteil der Oelbremse gerühmt wird. Ein Kompromiss von beiden Bremsungsarten ist daher vorzuziehen. Verstellbare Oelbremsen sind in Deutschland sehr verbreitet, während einstellbare Reibungsbremsen kaum zu finden sind. Es dürfte daher von Interesse sein, einfache Konstruktionen, wie sie sich an einigen von der *Southwark Foundry and Machine Co.*, Philadelphia, ausgeführten Maschinen vorfinden, kennen zu lernen. In Fig. 15 ist nach Einstellung des Gegengewichtes am Rahmen eine Stahlblattfeder angeschraubt, welche gegen den Regulatorhebel drückt. Unter der oberen Schraube ist während der Einstellung Spielraum, so dass der Reibungsbetrag verändert werden kann. In Fig. 16 ist die in Fig. 15 mit *w* bezeichnete Welle so ausgebildet, dass sie durch die Regulatorbewegung gedreht wird, wobei die Reibungsscheibe R_1 gegen die fest mit dem Gestell verbundene Scheibe *R* schleift. Durch Verändern der Federspannung lässt sich das Reibungsmoment einstellen.

Fig. 15.

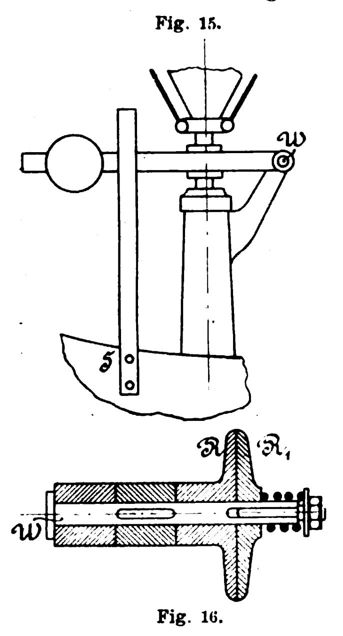


Fig. 16.

Wenn Reibungs- und Oelbremsung sehr zuverlässige und unveränderliche Grössen wären, dann könnte man selbst bei Steuerungen mit grosser Rückwirkung verhältnismässig kleine Regulatoren anwenden. Nun sind aber beide Bremsungen veränderlich. Die Reibungsbremse hängt von der Schmierung ab und die Oelbremse von der Temperatur, welche die Flüssigkeit des Oeles verändert. Ausserdem werden, falls die Oelbremse zu scharf angezogen ist, die Regulatorbewegungen zu träge und es treten starke Maschinenschwingungen bei plötzlichen Belastungsänderungen auf, worauf weiterhin näher eingegangen wird. Regulatorbremsung ist daher nur dann ein gutes Hilfsmittel, wenn sie in mässigen Grenzen angewandt wird. Nachdem der Reibungsbetrag, welcher zur Bremsung nützlich angewandt werden kann, einmal ausgemittelt ist, wird derselbe bei allen folgenden Ausführungen zweckmässig in den Regulator oder in die Vorrichtung zum Verstellen der Umdrehungszahl gelegt. Das Haupthilfsmittel gegen Steuerungsrückwirkung bleibt Masse; denn dieselbe vermindert, wie gezeigt, die Schwingungsweite erheblich und ist von Temperatur und Wartung unabhängig. Damit ist aber nicht gesagt, dass die Gewichtsregulatoren den Vorzug verdienen; im Gegenteil ist es, falls man das Geld aufwenden kann, besser, einen sehr grossen Federregulator zu wählen, weil derselbe auch grössere Belastungsänderungen sicher und schnell einstellt.

Die Frage der Regulierung von Dampfmaschinen für Gleichstrombetrieb lässt sich demnach kurz in folgende Hauptregeln zusammenfassen:

1. Für compoundierte Dynamomaschinen ist ein geringer Ungleichförmigkeitsgrad δ nicht notwendig. Für Nebenschlussmaschinen ist δ so klein als möglich zu wählen.

2. Der geringste zulässige Ungleichförmigkeitsgrad δ hängt von zu vielen Umständen ab, als dass sich Regeln dafür aufstellen liessen. Einfache Vorrichtung zur Einstellung desselben während des Versuchsbetriebes ist daher vorteilhaft.

3. Für Drosselregulierungen und für Steuerungen, welche keine Rückwirkung ausüben, sind Regulatoren mit geringster Eigenreibung, kleinen Massen und hohen Umgangszahlen anzuwenden. Einstellbare Oelbremse ist vorzusehen.

4. Für Steuerung mit Rückwirkung sind, je nach Grösse derselben, schwere, massige Regulatoren anzuwenden, bei welchen Reibungs- und Oelbremse so zu adjustieren sind, dass infolge der periodischen Steuerungsdrucke der Regulator in kleinen Schwingungen immer wieder in dieselbe Lage zurückschwingt. Ein sicherer Weg ist die Anwendung eines grossen Regulators mit geringer Reibung und allmähliche Zuführung von Oelbremsung und Reibungsbremsung, bis ruhiger Gang erzielt ist.

Fig. 17. Fig. 19.

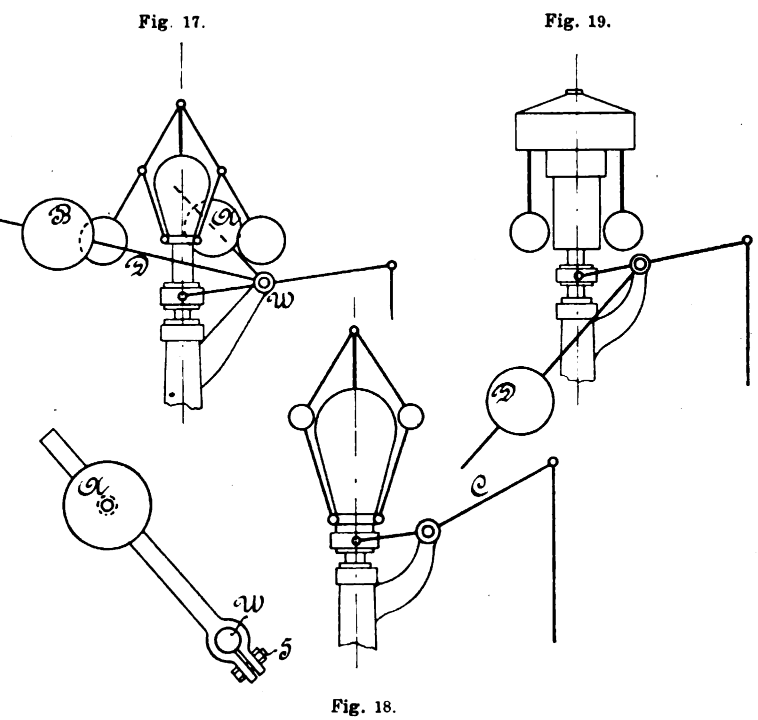


Fig. 18.

Im Anschluss hieran seien noch einige konstruktive Bemerkungen über Regulatoren mitgeteilt, welche dann und wann von Wert sein können.

Aus jedem noch so statischen Regulator kann man auf einfache Weise einen fast astatischen Regulator machen durch Einführung von Winkelhebelbelastung (Fig. 17 und 18). Das Gewicht *A* (Fig. 17) kann auf seiner Stange verschoben und diese wieder gegen die Welle *w* verdreht werden. Mit Hilfe dieser Vorrichtung kann man den Ungleichförmigkeitsgrad so lange verkleinern, bis der Re-

gulator anfängt, sich unzulässig zu verhalten. Nach vollendeter Einstellung wird die richtige Lage am besten durch Verbohren gesichert. Ist die Lage des Gewichtes unmittelbar am Regulator unbequem, so kann irgend eine folgende Drehwelle gewählt werden. In Fig. 18 ist der umgekehrte Weg beschritten worden, nämlich den Regulator durch Entlastung astatischer zu machen. Der Arm *C* ist nach oben geknickt und das ganze Steuergestänge entlastet den Regulator in dessen oberen Lagen mehr als in den tieferen. Einstellung des Ungleichförmigkeitsgrades ohne Zerstörung der Adjustierung zwischen Regulator und Füllungsorgan ist dabei schon schwierig, so dass die Anwendung eines Gewichtes *A*, wie in Fig. 17, auch hier vorteilhaft ist. Dasselbe fällt bei Anwendung des geknickten Armes *C* bedeutend kleiner aus als bei geradem Arm nach Fig. 11.

Weiter ist es immer vorteilhaft, wenn sich die Umdrehungszahl ohne bedeutende Aenderung des Ungleichförmigkeitsgrades δ verändern lässt. Vielfach wird dazu eine astatische C_q-Kurve als notwendige Bedingung angesehen. Eine solche Notwendigkeit liegt nicht vor. Es lässt sich vielmehr bei Regulatoren mit statischer C_q-Kurve (*Watt, Proell, Kley* u. s. w.) eine Veränderung der Umdrehungszahl bei fast gleichbleibendem δ dadurch erzielen, dass der Arm *D*, welcher das Belastungsgewicht *B* trägt, schräg nach oben gestellt wird (Fig. 17). Bei Regulatoren mit labiler C_q-Kurve (*Trenck* u. a.) ist der Arm *D* nach unten zu verdrehen (Fig. 19). Die Winkel, welche die Arme *D* mit der Wagerechten zu bilden haben, können leicht berechnet, oder aber im Versuchsbetriebe ausgemittelt werden.

Regulierung bei plötzlichen Belastungsänderungen.

Unter den Anforderungen, welche die elektrischen Firmen in Bezug auf die Regulierung an den Dampfmaschinenbau stellen, ist jedesmal die höchste zulässige Schwankung der Umdrehungszahl bei vollständiger Be- oder Entlastung zu finden. Dieser Punkt der Spezifikationen wird häufig als eine die Gleichförmigkeit des Regulators angehende Forderung aufgefasst. Diese Ansicht ist unrichtig, denn die erwähnten Schwankungen hängen von den Eigenschaften des Regulators weit weniger ab, als von der Grösse des Schwungrades im Verhältnis zu dem in der Maschine aufgespeicherten Dampfquantum. Denkt man sich eine vollbelastete Verbunddampfmaschine, welche mit einem äusserst gleichförmigen Regulator (vom Ungleichförmigkeitsgrade *O*, um den Grenzfall zu haben) versehen ist, plötzlich entlastet, so hat man im Mittel in der Maschine eingeschlossen: 50 % des Hochdruckcylinders Frischdampf, ferner Aufnehmerinhalt und etwa 50 % des Niederdruckcylinders Dampf von Aufnehmerspannung. Der eingeschlossene Dampf expandiert und leistet Arbeit, welche nur durch Reibung und Massenbeschleunigung aufgenommen werden kann. Ist m die Masse des Schwungringes, v_o und v_m seine Geschwindigkeiten vor und nach der Entlastung, so ist

$\frac{m}{2}(v_m^2 - v_o^2) = A$, wo A die Expansionsarbeit des eingeschlossenen Dampfes abzüglich der Reibung bezeichnet. Die Expansion des eingeschlossenen Dampfes findet zwar in einzelnen, immer kleiner werdenden Diagrammen statt, jedoch werde, um einen Ueberblick zu behalten, angenommen, dass die ganze Dampfmenge in einem einzigen Diagramme expandiere, dessen Hub alsdann mit dem Hub des Niederdruckcylinders zu vergleichen ist. Hat man beispielsweise eine Verbunddampfmaschine für 8 at Admissionsspannung mit 600 und 1000 mm Cylinderdurchmesser und 1100 mm Hub, und beträgt der Aufnehmerinhalt 1,5 V (wo V das Volumen des Niederdruckcylinders bezeichnet), so sind zu expandieren etwa 0,5 V vom Hochdruckcylinder her, 1,5 V im Aufnehmer und 0,5 V im Niederdruckcylinder und zwar von Aufnehmerspannung (ungefähr 3,3 at absolut). Expandiert dieser Dampf nur bis 1,3 at, also noch mehr als 1 at über Kondensatorspannung, womit den Reibungsverlusten in der Maschine und dem durch Auspuff verlorenen Dampf reichlich Rechnung getragen ist, so gehört dazu ein Hub, welcher vier Hüben der Maschine entspricht. Das der Expansion entsprechende Diagramm ergibt einen mittleren Druck von 2 at. Demnach ist die vom Schwungrad aufzunehmende Arbeit ungefähr

$$A = 4 \times 1{,}1 \times 2 \times \frac{\pi}{4}\, 100^2 = \text{rd. } 70\,000 \text{ kg/m}.$$

Befindet sich die Schwungmasse am Halbmesser 2,5 m und macht die Maschine 90 Umdrehungen in der Minute, so wächst die Umfangsgeschwindigkeit von 23,5 m/Sek. auf

	28,85	25,5	25,2 m/Sek.
bei einer Schwungmasse von	12 000	14 000	17 000 kg
Tourenschwankung in %	10 %	8 1/2 %	7 1/4 %.

Führt man dieselbe Rechnung unter denselben Annahmen für eine Maschine aus, deren Aufnehmerinhalt nur 0,5 V beträgt, so ergeben sich folgende Erhöhungen der Umdrehungszahl:

	6,1 %	5,6 %	4,7 %
für	12 000	14 000	17 000 kg Schwungmasse.

Obwohl diese Zahlen nur roh und überschläglich gerechnet sind, geben sie doch ein anschauliches Bild und zeigen, wie weit die Erhöhung der Umdrehungszahl von dem Verhältnisse der Schwungmasse zur eingeschlossenen Dampfmenge abhängt. Die gerechneten Zahlen gelten für einen augenblicklich abschliessenden Regulator vom Ungleichförmigkeitsgrad *O*. Da aber ein Regulator erst dann abschliesst, wenn eine seinem Ungleichförmigkeitsgrade entsprechende Geschwindigkeitssteigerung eingetreten ist, so sind zu obigen Zahlen noch ungefähr δ % hinzuzufügen. Endlich werden dieselben noch beeinflusst durch die Regulatorschwingungen und die Verzögerungen der Regulatorbewegung durch die Oelbremse. Dieser Einfluss entzieht sich der Rechnung und ist von der Einstellung der Bremse abhängig.

Aus diesen einfachen Ueberlegungen geht hervor, dass es wenig Zweck hat, behufs Erzielung kleiner Geschwindigkeitsschwankungen bei plötzlichen Belastungsänderungen den Ungleichförmigkeitsgrad des Regulators δ um 1/2 oder 1 % herunterzudrücken, besonders wenn man beachtet, dass die Regulatoren bei zu kleinem δ allerlei Neigungen zu unregelmässigen Bewegungen zeigen, welche mit einer Oelbremse gedämpft werden müssen, so dass der durch Verkleinerung von δ erzielte Vorteil durch die träge Regulatorbewegung wieder aufgehoben wird. Weiter folgt, dass es weit zweckmässiger ist, die Schwungmasse und deren Trägheitshalbmesser zu vergrössern und den Inhalt des bezw. der Aufnehmer so klein als zulässig zu machen. (Veränderung der Niederdruckfüllung ist in dem betrachteten Falle nur dann wirksam, wenn sie sehr energisch erfolgt. Da aber einer weitgehenden Verkleinerung der Niederdruckfüllung die Rücksicht auf Dampfverteilung bei Leerlauf oder geringer Belastung entgegensteht, so lässt sich die Veränderung der Niederdruckfüllung zur Verhütung von Geschwindigkeitsschwankungen bei plötzlichen Belastungsänderungen im allgemeinen nicht benutzen, wenn man nicht zu verwickelten Konstruktionen greifen will.) Aus diesem Grunde ergeben Tandemmaschinen, welche in der Regel grosse Schwungräder und kleine Aufnehmer besitzen, im Falle heftiger Belastungswechsel weit kleinere Geschwindigkeitsschwankungen als Verbundmaschinen mit 90° Kurbelversetzung und Dynamomaschine sowie Schwungrad zwischen den Kurbeln, welche Anordnung gewöhnlich kleinere Schwungräder und recht grosse Aufnehmerinhalte aufzuweisen hat. Für Maschinen, welche plötzlichen Belastungsänderungen ausgesetzt sind (z. B. Generatoren für Strassenbahnbetrieb), wird es demnach, falls scharfe Bedingungen in betreff der grössten zulässigen Geschwindigkeitsschwankungen gestellt sind, vorteilhaft sein, zwei Tandemmaschinen unter 90° zu kuppeln. Diese Anordnung liefert die schnellste Regulierung und die kleinsten Umdrehungsschwankungen für den betrachteten Fall und ist in Nordamerika häufiger anzutreffen als in Deutschland. Allerdings ist die abkühlende Oberfläche im Verhältnis zum Cylinderinhalte bei der Anwendung von zwei Tandemmaschinen mit vier Cylindern grösser als bei der einfachen Verbundmaschine mit zwei grösseren Cylindern. Am unangenehmsten werden für den betrachteten Fall Drei- und Vierfachexpansionsmaschinen. Das zeigt sich am auffallendsten an den Schiffsmaschinen, welche ohne Schutz durch irgendwie nennenswerte Schwungmassen

bei hoher See den schärfsten Belastungswechseln ausgesetzt sind. Infolge dieser Thatsache sind unzählige teils zweckmässige, meistens aber unzweckmässige Regulatorkonstruktionen entstanden, deren Aufführung hier jedoch, als zu weit führend, unterbleiben muss. Glücklicherweise sind die plötzlichen Belastungswechsel da, wo sie an stationären Maschinen am häufigsten vorkommen, nämlich im Strassenbahnbetrieb, nur von geringer Bedeutung; denn in Strassenbahnwagen treten an und für sich schon derartige Schwankungen in der Beleuchtung auf, dass es auf etwas mehr oder weniger auch nicht ankommt.

Auch bei gemischtem Licht- und Motorenbetrieb kommen plötzliche, wenn auch kleinere Belastungsschwankungen durch Ausrücken grosser Motoren vor. Bei unrichtiger Konstruktion verursachen dieselben eine eigentümliche Erscheinung, das Ueberregulieren. Ruft nämlich die Entlastung eine Steigerung der Umdrehungszahl um mehr als das Doppelte des Regulatorungleichförmigkeitsgrades hervor, welcher dieser Belastungsänderung entspricht, so geht der Regulator über die neue Gleichgewichtslage hinaus weiter von derselben weg, als er vorher war, und lässt auf den anfänglichen Arbeitsüberschuss einen Arbeitsmangel folgen. Dieser bewirkt wieder ein Fallen der Umdrehungszahl und damit ein zu weites Oeffnen des Regulators, so dass abwechselnde Wellen von zu viel und zu wenig Arbeit in die Maschine geschickt werden. Diese Schwingungen werden also hervorgerufen erstens durch zu schnelle und zu weit gehende Steigerung der Umdrehungszahl und zweitens dadurch, dass der Regulator mehr als seine Schuldigkeit thut. Die sicherste Abhilfe besteht in Verkleinerung der Geschwindigkeitssteigerung durch Anwendung grosser Schwungräder und kleiner Aufnehmer. Dem Verfasser sind Maschinen bekannt, deren Regulatoren eben infolge Vorhandenseins von sehr grossen Schwungmassen und kleinem Aufnehmer selbst bei bedeutenden und plötzlichen Belastungsschwankungen kaum mehr als die regelmässigen Bewegungen ausführen und zwar auch nach Entfernung der Oelbremse.

Ein zweckmässiges Mittel, welches den Regulator hinderte, weiter zu gehen, als der neuen Belastung entspricht, ist bis jetzt nicht bekannt; auch die Anwendung von Inertia-Regulatoren hilft nicht viel; sobald die Geschwindigkeitsänderung übermässig ist, folgt der Regulator einfach nach. Man kann denselben hieran allerdings durch eine eng gestellte Oelbremse verhindern und ist eine solche in der That da, wo infolge geringer Schwungmassen und grosser Aufnehmer die Geschwindigkeitsschwankungen zu heftig und gross werden, das einzige, wenn auch unvollkommene Hilfsmittel gegen unaufhörliche Regulatorpendelungen und Maschinenschwingungen. Fällt beispielsweise die Belastung plötzlich von der Hälfte bis auf ein Viertel der Vollbelastung, so soll der Regulator möglichst schnell auf etwas unter ein Viertel der Vollbelastung kommen und dann fast stehen bleiben. Letzteres kann durch eine kräftig wirkende Oelbremse erreicht werden, welche dem Regulator nur noch eine schleichende Bewegung erlaubt. Dieses Schleichen findet dann aber auch schon während der Bewegung von $^1/_2$ nach $^1/_4$ Belastung statt, so dass noch ein erheblicher Zusatz zu derjenigen Geschwindigkeitserhöhung zutritt, welche bei sofort abschliessendem Regulator eintreten würde. Eben diese Thatsache macht die Oelbremse zu einem so unvollkommenen Werkzeug für derartige Fälle. Man hat versucht, die Wirkung derselben durch Einschaltung eines grossen toten Ganges oder nachgiebiger Federn in das Bremsgestänge zu verbessern. In der That lässt sich hierdurch bei Steuerungen ohne Rückwirkung ein Erfolg erzielen, während man sich bei Steuerungen mit Rückwirkungen damit des wichtigsten Hilfsmittels beraubt, die Schwingungsdauer des Regulators zu verändern und so Maschinenschwingungen bei konstanter Belastung zu verhindern.

Wenn genügende Schwungmassen und kleine Aufnehmer vorhanden sind, so wird die Wirkung der Oelbremse bei plötzlichen Belastungsänderungen nebensächlich und zwar werden die in solchen Fällen auftretenden Regulatorpendelungen und Maschinenschwingungen offenbar auch ohne Wirkung der Oelbremse dann immer kleiner, wenn die auftretende Geschwindigkeitsänderung den Regulator über die neue Gleichgewichtslage hinaus nicht weiter von derselben wegzieht, als er vorher von derselben entfernt war. Es mag nun zwar unwissenschaftlich sein, alle die auftretenden Schwingungsdurchdringungen und Interferenzen zu vernachlässigen, aber man kann sich hieraus die einfache Regel bilden, dass bei allen Maschinen, welche wahrscheinlich scharfen und plötzlichen Belastungswechseln ausgesetzt sein werden, die Geschwindigkeitssteigerung, welche auftritt bei plötzlicher Entlastung von Vollbelastung bis Leerlauf, niemals grösser als das Doppelte derjenigen sein soll, welche auftritt, wenn die Maschine innerhalb derselben Grenzen ganz allmählich entlastet wird. Da, wie schon früher erwähnt, für Dynamomaschinen mit Compoundwickelung δ bedeutend grösser gewählt werden kann als für reine Nebenschlussmaschinen, so folgt, dass Compounddynamos dort, wo plötzliche und grosse Belastungsänderungen auftreten, besonders vorteilhaft sind.

Es ergeben sich demnach für die Regulierung von Dampfmaschinen, welche scharfen Belastungswechseln unterworfen sind, zwei Wege:

1. Man begnügt sich mit kleinen Schwungmassen und lässt grosse Geschwindigkeitsänderungen zu; dann ist δ entsprechend gross zu wählen.

2. Es wird ein kleiner Ungleichförmigkeitsgrad δ verlangt; dann sind die Aufnehmer so klein als möglich und die Trägheitsmomente der Schwungmassen so gross als möglich auszuführen.

(Fortsetzung folgt.)

Moderne Dampfkesselfeuerungen.

Von **O. Herre**, Ingenieur und Lehrer.

(Fortsetzung von S. 757 d. Bd.)

In den Fig. 24 bis 26 ist eine Schrägrostfeuerung von *Otto Thost* in Zwickau dargestellt, die für einen Flammrohrkessel der *Gebr. Senkeisen* in Koburg gebaut wurde.

Diese Feuerung besteht aus einer Schüttvorrichtung mit einstellbarer Klappe, einer Schürplatte von 300 mm Länge, dem Schrägrost von 1200 mm Länge und einem Schlackenrost.

Die Schürplatte hat bei *C* eine mittels Klappe leicht verschliessbare Schüröffnung. Die Neigung des Rostes entspricht dem Böschungswinkel des Brennmaterials, so dass letzteres selbstthätig nach unten sinkt. Unten ist der Schrägrost von der gegenüberliegenden Feuerbrücke um 400 mm entfernt. Die so entstehende Oeffnung wird von dem etwas tiefer liegenden Schlackrost abgeschlossen, doch bleibt nach vorn ein Spalt von genügender Breite, um die Schlacke vom Rost nach vorn entfernen zu können. Auch kann der Schlackenrost nach vorn vorgezogen werden.

Ueber dem Schrägrost ist in einer horizontalen Entfernung von 500 mm von der Stirnmauer ein Gewölbe von 250 mm Breite gespannt.

Durch dieses Gewölbe werden die auf dem oberen Teile des Schrägrostes sich entwickelnden Gase verhindert, sofort nach dem Flammrohr hin zu entweichen. Sie werden vielmehr nach unten gedrückt und müssen mit dem auf dem unteren Teile des Schrägrostes liegenden glühenden Brennstoff in Berührung kommen, wodurch ihre vollkommene Verbrennung gesichert ist.

Um die vordere Befestigungsstelle des Flammrohres



möglichst gegen den Einfluss einer etwaigen Stichflamme zu schützen, ist dasselbe mit einem Schutzring aus feuerfestem Material versehen. Obwohl durch diese Verengung die Zugwirkung etwas beeinträchtigt werden dürfte, so hat erstere doch den Vorteil, dass eine bessere Durchmischung der Gase infolge der Einschnürung erreicht wird, was die endgültige Verbrennung noch unverbrannter Gase begünstigt.

Um die Ausstrahlungsverluste zu vermindern, enthält das den Feuerraum umgebende Mauerwerk Hohlräume, die eventuell mit schlechten Wärmeleitern ausgefüllt werden.

In den Fig. 27 bis 29 ist eine andere Ausführung der *Thost*'schen Schrägrostfeuerung wiedergegeben. Dieselbe unterscheidet sich hauptsächlich durch die Zuführung vorgewärmter Verbrennungsluft.

dass es hauptsächlich darauf ankommen wird, die Zufuhr der Oberluft richtig zu regeln. Da der Verbrennungsvorgang bei der Schrägrostfeuerung aber ein kontinuierlicher ist, so wird eine einmalige Regulierung genügen, falls der Betrieb nicht erheblichen Schwankungen unterworfen ist. Anderenfalls wäre allerdings immer wieder eine neue Einstellung bei jedem Belastungswechsel notwendig.

Es muss noch darauf aufmerksam gemacht werden, dass die Mauerung sehr sorgfältig herzustellen ist, um das Auftreten von Mauerrissen infolge der Wärmeausdehnungen zu verhindern. Sollten sich derartige Risse trotzdem zeigen, so sind dieselben sofort wieder auszufüllen, da sonst der Wirkungsgrad der Feuerung durch das Einströmen kalter Luft sehr ungünstig beeinflusst werden könnte.

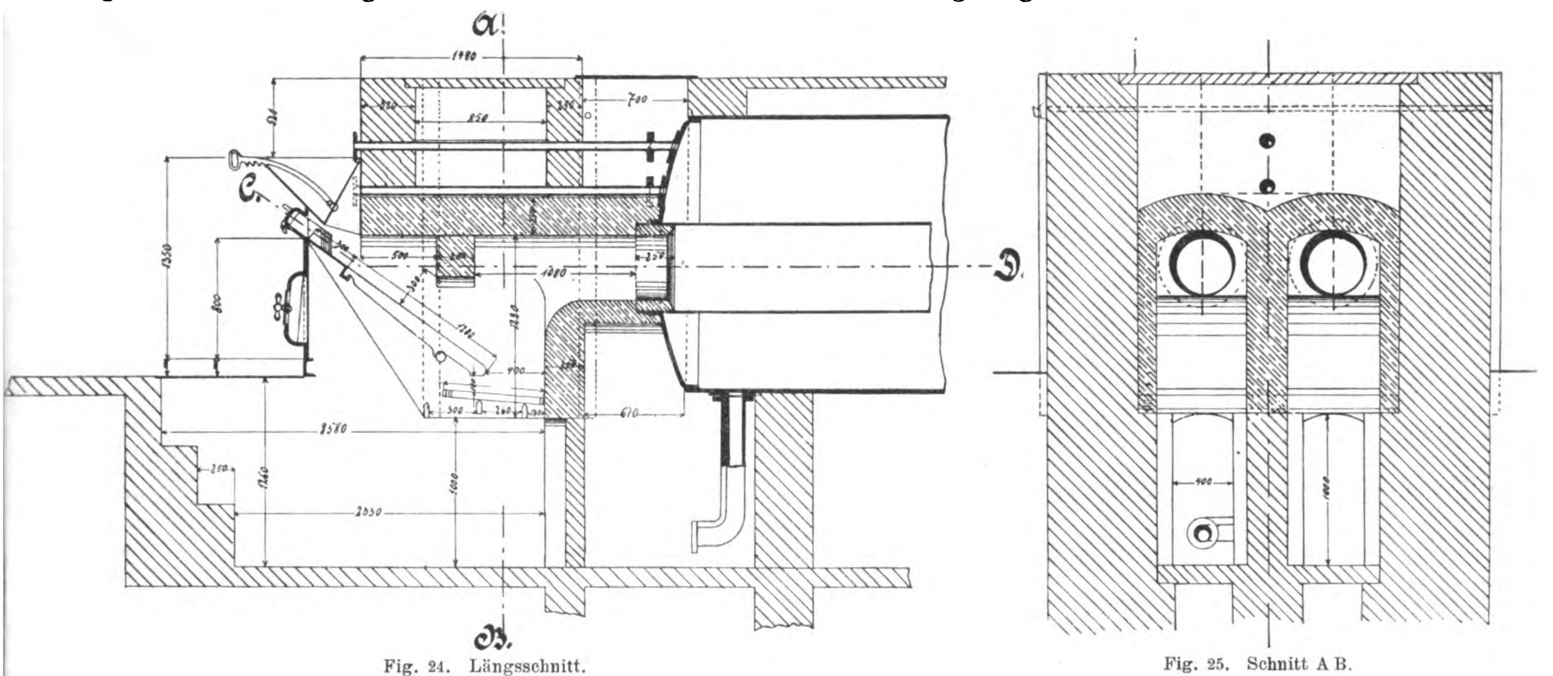


Fig. 24. Längsschnitt.

Fig. 25. Schnitt A B.

Fig. 26. Schnitt C D.

Schrägrostfeuerung von Otto Thost.

Die Gewölbeanordnung bei den Fig. 27 bis 29 weicht von derjenigen der Fig. 24 bis 26 insofern ab, dass zur Erlangung des Luftraumes das vordere Gewölbe etwas geneigt liegt. Das nach unten in den Feuerraum vortretende Gewölbe drückt wieder die auf dem oberen Rost entwickelten Gase nach unten, um sie mit dem glühenden Brennstoff auf dem unteren Rost in Berührung zu bringen.

Am 2. November 1899 wurde an dem Dampfkessel Nr. 3 des *Kabelwerkes Oberspree* in Oberschönweide ein Verdampfungsversuch vorgenommen, der folgendes ergab:

Der mit der Schrägrostfeuerung versehene Dampfkessel Nr. 3 ist ein Babcock-Wilcox-Kessel von 202 qm wasserbespülter Heizfläche und 4,6 qm totaler Rostfläche. Das Brennmaterial bestand aus schlesischer Steinkohle mit einem Heizwert von 6384 Kal.

Am Schlusse des Versuches wurden Wasserstand und Feuer auf denselben Stand wie beim Anfang des Versuches gebracht.

Die Rauchentwickelung konnte leider nicht festgestellt werden, da sich beim Versuche auch die übrigen mit Planrost versehenen Kessel im Betrieb befanden, welche an demselben Schornstein angeschlossen waren.

Die erzielten Resultate enthält die folgende Zusammenstellung:

Dauer des Versuches (12½ Uhr vormittags bis 6½ Uhr nachmittags)	6,0 Std.
Verdampftes Wasser	23650,0 kg

In der vorderen Stirnwand befinden sich unten nach Fig. 28 zwei durch Schieber verschliessbare Oeffnungen, durch welche die sekundäre Verbrennungsluft eintreten kann. Die beiden Luftkanäle gehen dann zuerst horizontal nach hinten, wie dies aus Fig. 27 an den punktierten Linien zu erkennen ist, um dann senkrecht emporzusteigen (vgl. auch Schnitt *2-2* Fig. 29). Die beiden Luftkanäle münden schliesslich in den oberhalb des Gewölbes befindlichen Luftraum, um von hier durch kurze Kanäle in den Feuerraum zu gelangen.

Ueber den Zweck der sekundären Luftzuführung ist das Wichtigste schon bei der Besprechung der Heissluftfeuerbrücke von *Otto Thost* und bei der Feuerung von *Schulz-Knaudt* gesagt worden. Auch hier gilt insbesondere,

Verbrannte Kohle	2856,0 kg
Dampfdruck im Durchschnitt	6,2 at
Temperatur des Speisewassers im Durchschnitt	9,0° C.
Temperatur des Kesselhauses im Durchschnitt	15,0° C.
Temperatur der Gase im Fuchs im Durchschnitt	300,0° C.
Zugstärke vor dem Schieber im Durchschnitt in Millimeter Wassersäule	8,0
Kohlensäure kurz vor dem Schieber im Durchschnitt	12,0 %
Beschickt wurde	18,0 mal
oder in Abständen von	20,0 Min.
Geschürt wurde	22,0 mal
oder in Abständen von	16,3 Min.
Abgeschlackt wurde nur einmal um 5 Uhr 5 Minuten, um das Feuer wieder auf den Zustand zu bringen, wie bei Beginn des Versuches.	
Rückstände	320,0 kg
"	11,2 %
Auf 1 qm Rostfläche wurde verbrannt pro Stunde	103,5 kg
" 1 " Heizfläche " " "	2,35 "
" 1 " " verdampft " "	19,5 "
1 kg Kohle verdampfte Wasser von 9° C. in Dampf von 6,2 at	8,28 "
Zur Verdampfung nutzbar gemachte Wärme	83,0 %

Der bei diesem Versuch erzielte Kesselwirkungsgrad von 0,83 erscheint ungewöhnlich hoch und lässt Zweifel an die Richtigkeit der Verdampfungszahlen aufkommen. Die Verdampfung von 19,5 kg Wasser für 1 qm Heizfläche in der Stunde ist für einen Wasserrohrkessel verhältnismässig hoch und dürfte wohl die Annahme rechtfertigen, dass der erzielte Dampf sehr nass war, so dass die Resultate etwas zu günstig erscheinen.

Infolge der hohen Verdampfung fällt auch die Temperatur der Gase im Fuchs etwas hoch aus, jedenfalls höher als es mit Rücksicht auf den erzielten Wirkungsgrad zu erwarten gewesen wäre. Auch dies spricht dafür, dass der thatsächliche Wirkungsgrad niedriger gewesen sein wird, als der durch Rechnung erhaltene. Immerhin aber dürfte die Ausnutzung des Brennstoffes durch die Feuerung eine sehr zufriedenstellende gewesen sein.

Die Fig. 30 bis 32 zeigen den verbesserten *Langen*schen Etagenrost, wie er von der *Maschinenbauanstalt Humboldt* in Kalk bei Köln gebaut wird.

Diese Feuerung zeichnet sich durch eine eigenartige, aber zweckmässige Beschickungsart sehr vorteilhaft aus.

Der Rost besteht, wie Fig. 31 erkennen lässt, aus drei durch gusseiserne Platten a gebildete Etagen. An die Platten a schliessen sich nach innen die Roststäbe b an, die in einem stumpfen Winkel geknickt sind, wodurch ein horizontaler Planrost mit einem Schrägrost zusammen immer eine Stufe bildet. Die Roststäbe ruhen am äusseren Ende auf gusseisernen Rostträgern auf, die unter den Platten a angeordnet sind. Innen dagegen ruhen die Roststäbe auf schmiedeeisernen Röhren c, die durch Wasserzirkulation gekühlt werden.

Die Röhren c sind an die seitlichen Röhren d_1 bezw. d_2 angeschlossen, wobei die Röhren d_1 etwas geneigt liegen, um das Entweichen des sich bildenden Wasserdampfes zu erleichtern; aus dem gleichen Grunde liegen auch die Röhren c etwas geneigt. Die Röhren d_1 bezw. d_2 sind an zwei seitliche vertikale gusseiserne Röhren e_1 und e_2 angeschlossen, die oben in einen Wasserbehälter f münden.

Infolge der gewählten Rohrneigung steigen die Dampfbläschen in den Röhren c nach Fig. 30 von rechts nach links auf, gelangen in die Röhren d_1 und von hier durch

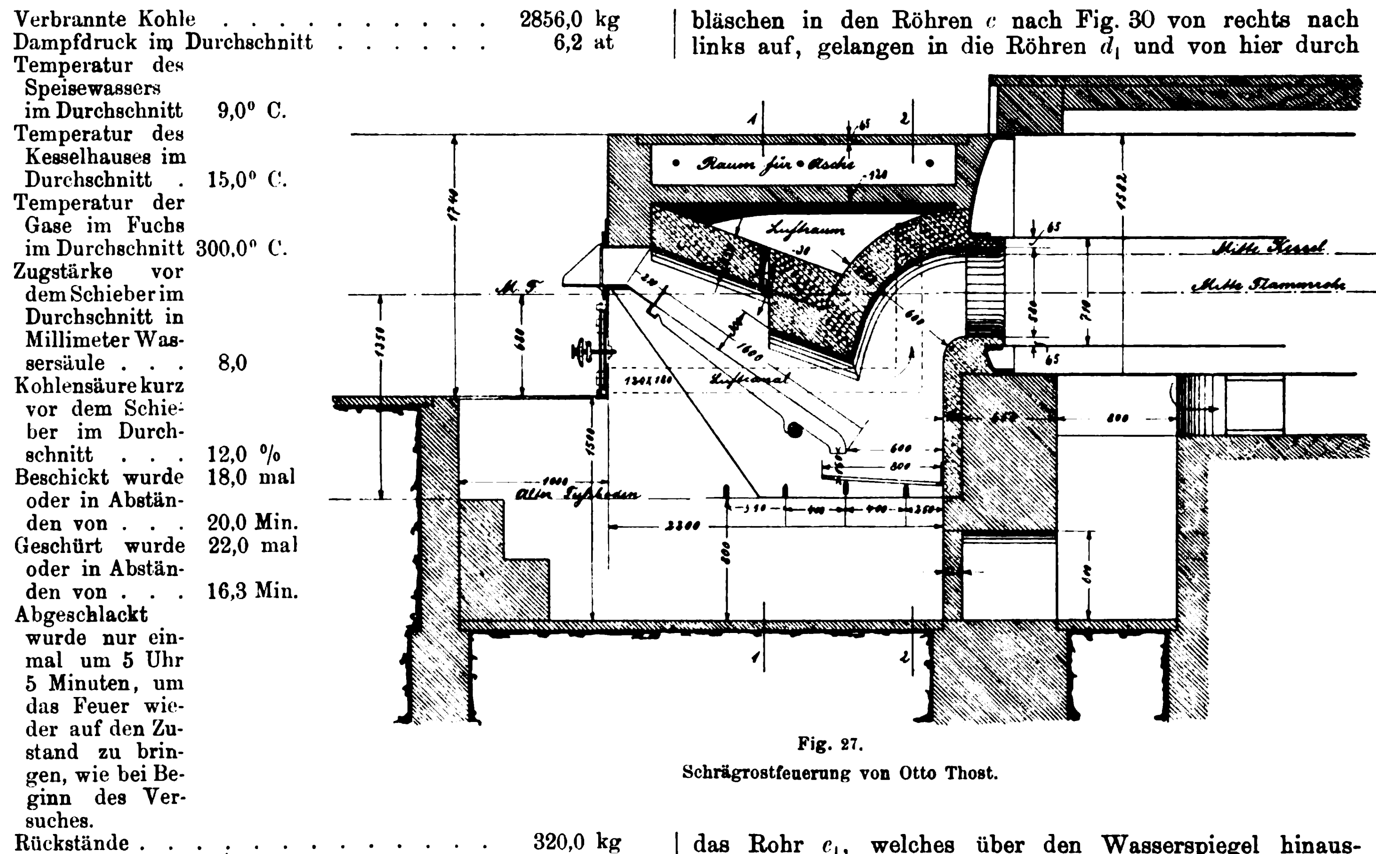


Fig. 27.
Schrägrostfeuerung von Otto Thost.

das Rohr e_1, welches über den Wasserspiegel hinausgeführt ist, in den Behälter f. Das notwendige Ersatzwasser kann nur durch das Rohr e_2, welches am Boden des Behälters f anschliesst, in die seitlichen und horizontal liegenden Röhren d_2 gelangen, von wo aus das Wasser nach c geführt wird. Auf diese Weise wird eine sehr gute Wasserzirkulation erreicht, wodurch sich diese neueste Konstruktion sehr vorteilhaft von den früheren Ausführungen unterscheidet, bei denen zwar auch Wasserkühlung angewendet wurde, jedoch ohne die jetzt erzwungene Wasserzirkulation zu erzielen. Die ersten Ausführungen ohne jede Wasserkühlung bewährten sich bekanntlich überhaupt nicht.

Das Wasser in dem Behälter f wärmt sich an und kann zur Kesselspeisung Verwendung finden, wobei dann die an das Wasser abgegebene Wärme nutzbar verwertet wird.

Wichtig ist es, dass die Rohranordnung derart getroffen ist, dass eine Reinigung der Röhren von angesetztem Kesselstein bequem ausführbar ist, da man die einzelnen U-förmigen Roststränge $d_1 c d_2$ jeder Etage leicht lösen kann, indem man die vier Flanschschrauben an den beiden vorderen säulenartigen Röhren e_1 bezw. e_2 löst.

Die Beschickung der Feuerung erfolgt in nachstehender Weise:

Sobald nach dem Anfeuern eine gleichmässige Bedeckung der einzelnen Stufen erreicht ist, werden die einzelnen Platten a vom Heizer mit frischer Kohle beworfen. Mittels einer breiten Krücke stösst dann der Heizer, von der untersten Stufe beginnend, das frische Brennmaterial unter die glühenden Kohlen. Da hierbei das Brennmaterial langsam entgast wird, und die Gase gezwungen werden, die glühende Brennstoffschicht zu durchstreichen, so muss die Verbrennung eine vollkommene und rauchfreie sein. Bei der Bedienung ist nur darauf zu achten, dass das Nachdrücken des Brennmaterials immer in der richtigen Reihenfolge geschieht, damit das frische Brennmaterial immer unter glühende Kohlen gelangt bezw. von den herabstürzenden glühenden Kohlen beim Beschicken der nächst höheren Stufe bedeckt wird.

Durch diese Beschickungsart wird auch ein gutes Abschlacken des Rostes erzielt, da die Schlacken vom Rost abgedrückt werden, und mit der fallenden Kohle auf die nachfolgende Stufe gelangen, bis sie schliesslich auf dem unten angeordneten Schlackenrost g ankommen, wo sie vollständig ausbrennen und dann nach vorn vorgezogen

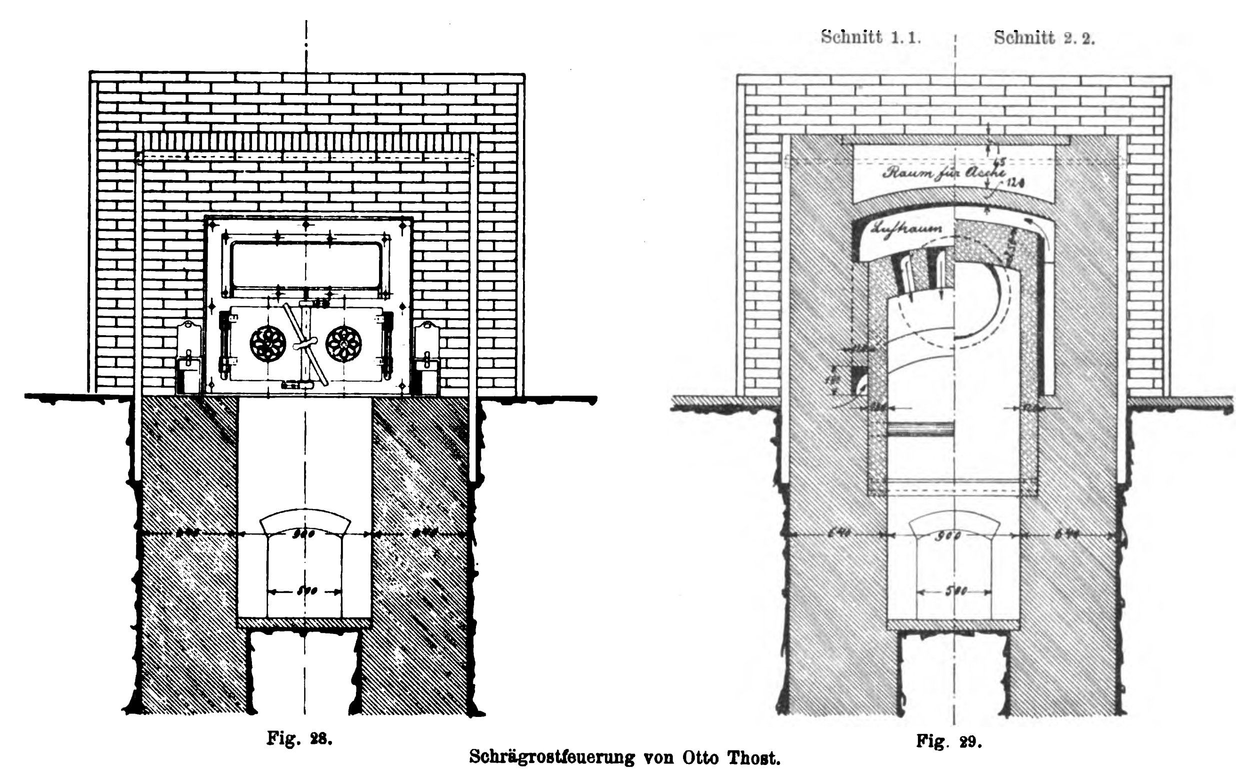


Fig. 28. Fig. 29.

Schrägrostfeuerung von Otto Thost.

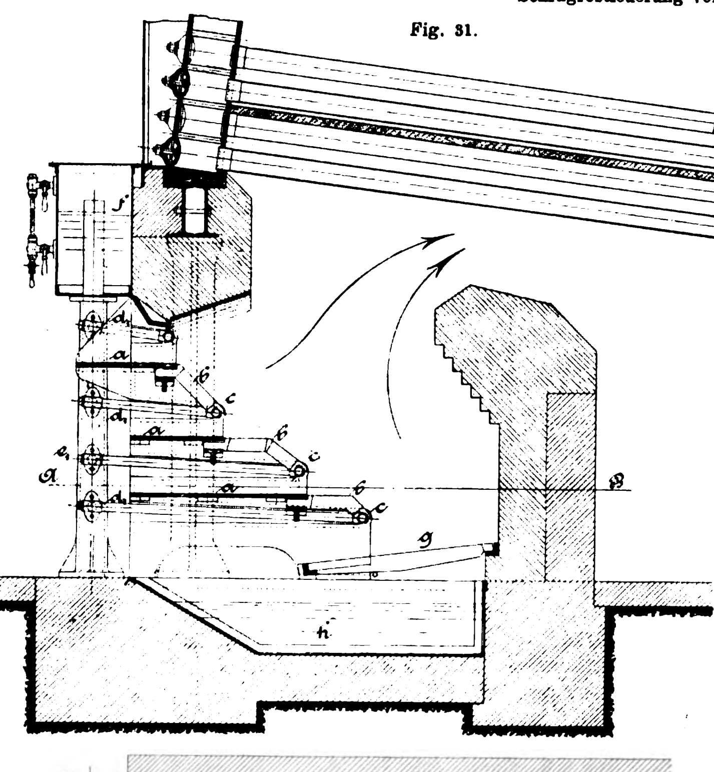


Fig. 31.

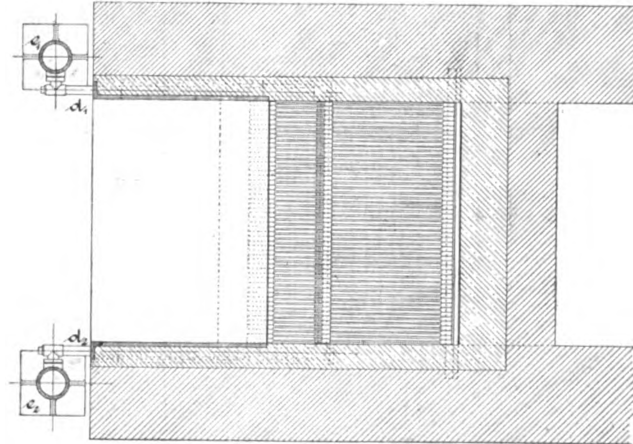


Fig. 32.

Verbesserter Langen'scher Etagenrost von der Maschinenbauanstalt Humboldt.

werden, um in den mit Wasser gefüllten Aschenfall *h* zu gelangen.

Auch der Luftüberschuss wird sich in günstigen Grenzen halten lassen, wenn nur sorgfältig darauf

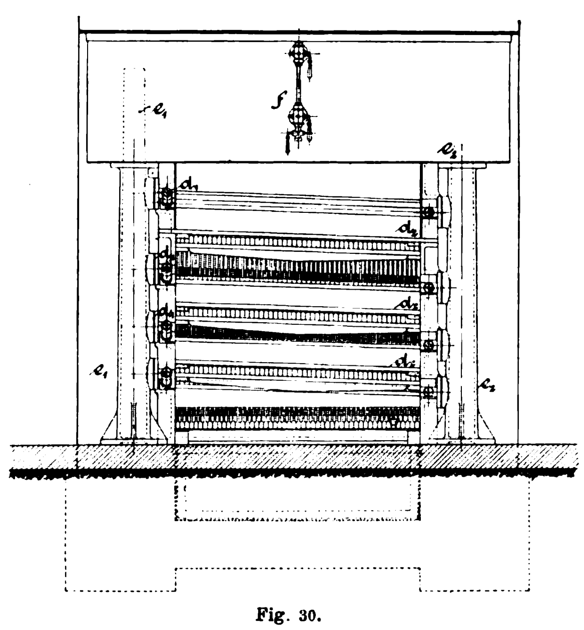


Fig. 30.

geachtet wird, dass keine kalte Luft durch Lücken in der Brennstoffschicht in die Feuerung gelangen kann.

Die Bedienung setzt allerdings einen verständigen und zuverlässigen Heizer voraus, doch ist andererseits die Thätigkeit des letzteren dadurch erleichtert, dass nur eine geringe Wärmeausstrahlung stattfindet.

Der *Langen*'sche Etagenrost ist mit Rücksicht auf die erhebliche Raumbeanspruchung nur als Aussen- oder Unterfeuerung zu verwenden.

Den gleichen Zweck wie der *Langen*'sche Etagenrost, nämlich die Verhinderung der Einströmung kalter Luft und die Erzielung einer Vorvergasung des Brennmaterials, verfolgt die Feuerung von *Fränkel und Co.* in Leipzig-Lindenau.

Das Projekt einer Dampfkesselanlage mit Fränkel-Feuerung für das Krankenhaus zu St. Jakob in Leipzig ist in den Fig. 33 bis 36 wiedergegeben.

Das Brennmaterial wird durch zwei Oeffnungen *a*, die sich in dem Fussboden der erhöhten Plattform vor den Kesseln befinden, aufgegeben und fällt in den Vorraum *b*. Von hier sinkt das Brennmaterial durch die drei vertikalen Schächte *c*, die von den beiden Uebermauerungen *d* des eigentlichen Verbrennungsraumes gebildet werden, abwärts auf den Rost *e*. Dieser besteht bei dieser neueren Ausführung aus gekrümmten Platten mit keilförmigen Luft-

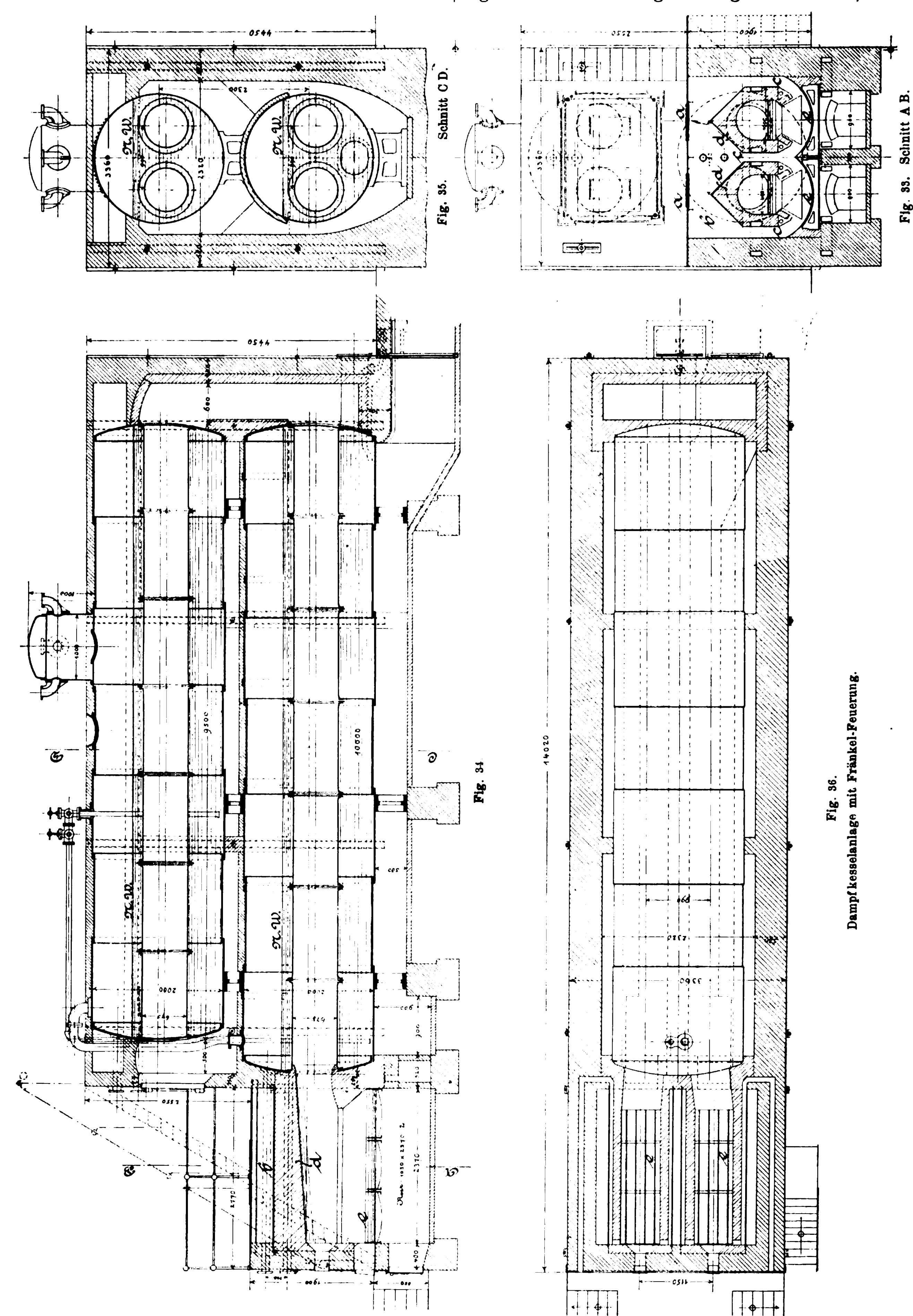


Fig. 35. Schnitt C D.

Fig. 33. Schnitt A B.

Fig. 34

Fig. 36. Dampfkesselanlage mit Fränkel-Feuerung.

spalten, während bei den älteren Ausführungen seitliche Treppenroste angewendet wurden.

Infolge der Krümmung des Rostes sinkt das Brennmaterial langsam von beiden Seiten nach der Mitte.

Die Verbrennung erfolgt in günstiger Weise, da das Brennmaterial in den vertikalen Schächten *c* erwärmt und daher zum grössten Teile entgast wird, bevor es auf den Rost gelangt. Die entwickelten Gase müssen nach unten ziehen und die Schichten glühender Kohle durchströmen, die auf den Rostflächen ausgebreitet sind. Es wird daher in sicherer Weise eine Verbrennung der Gase herbeigeführt, da die Temperatur hoch genug ist, um eine Abscheidung des Kohlenstoffes aus den Gasen als Russ zu verhindern.

Die Verbrennungsluft wird einerseits durch die Rostspalten, andererseits durch besondere gemauerte Luftkanäle dem Vergasungsraum zugeführt.

Um Festsetzungen des Brennstoffes in den vertikalen Schächten zu verhindern, darf nur Brennmaterial in möglichst gleichmässiger Korngrösse verfeuert werden. Bei Störungen im Nachschub müssen die vorn angebrachten Feuerthüren geöffnet werden, womit natürlich ein Eindringen kalter Luft verbunden ist.

Da die Feuerung als Vorfeuerung gebaut werden muss, so eignet sie sich hauptsächlich für die Verbrennung von Braunkohle, Torf, Sägespäne u. dgl.

Der Dampfkessel ist ein Zweiflammrohr-Zwillingskessel, indem die beiden Flammrohrkessel der besseren Raumausnutzung wegen übereinander angeordnet sind. Die Heizfläche beträgt bei 2 m Durchmesser des Mantels, 675 mm der Flammrohre und 9,5 bezw. 10 m Länge 150 qm, der Betriebsdruck 6 at. Die beiden Kessel haben selbständige Dampfräume und Wasserräume.

Die Führung der Heizgase ist folgende:

Zuerst durchstreichen die Gase die beiden unteren Flammrohre, dann die beiden oberen Flammrohre, um dann in drei S-förmigen Windungen die beiden Kesselmäntel zu umspülen.

(Schluss folgt.)

Ueber das Kohlrausch'sche Petrolätherthermometer.

Von **Rudolf Mewes**, Ingenieur und Physiker.

Die Kälteindustrie hat sich in dem Zeitraum von wenigen Jahrzehnten ausserordentlich entwickelt, so dass schon längst das Bedürfnis nach Thermometern, welche in gleich bequemer Weise wie die Quecksilberthermometer bis ungefähr 300° über Null selbst für Temperaturen bis —200° unter Null sich verwenden lassen, in Wissenschaft und Technik sich fühlbar gemacht hat. In erhöhtem Masse ist dies geschehen, nachdem durch das *Linde*'sche Luftverflüssigungsverfahren sämtliche permanente Gase verflüssigt und dadurch Temperaturen von —200° C., ja selbst —250 bis —260° C. erzeugt worden sind und ohne Schwierigkeit wieder erzeugt werden können. Die diesbezüglichen Bestrebungen, welche von der *Physikalisch-technischen Reichsanstalt* mit allen Kräften und Mitteln gepflegt und gefördert worden sind, haben schliesslich dadurch zum gewünschten Ziele geführt, dass Prof. *F. Kohlrausch* Petroläther als die geeignete Füllflüssigkeit für so tiefgradige Thermometer erkannte und an der *Physikalisch-technischen Reichsanstalt* die zur Herstellung derartiger Petrolätherthermometer erforderlichen Beobachtungen über die Volumänderungen des Petroläthers mit sinkender Temperatur bis zu —188,8° C. anstellen liess. Veröffentlicht sind die diesbezüglichen Beobachtungsergebnisse in den *Annalen der Physik und Chemie,* Neue Folge, 1897 Bd. 60 in *Ueber ein Thermometer für sehr tiefe Temperaturen und über die Wärmebewegung des Petroläthers.* Von *F. Kohlrausch.* Die Beobachtungen von *Kohlrausch* sind in der nachstehenden Tabelle enthalten, in welcher v_0 das Volumen des Thermometergefässes beim Eispunkt und v_0/q das Verhältnis des mittleren Querschnittes der Kapillare zu diesem Volumen, v das beobachtete Volumen bei der Temperatur t in Teilen des Volumens bei 0° bedeutet. Der Siedepunkt des gereinigten Petroläthers (vollkommen wasserfrei) liegt bei +33°, die Dichte desselben ist bei +17° = 0,6515.

Die Kontraktion, welche schliesslich bei —188° erreicht wird, ist eine ausserordentlich starke, da bei dieser Temperatur das Volumen nur 4/5 von demjenigen bei 0° und nur 3/4 von demjenigen bei +30° beträgt, während Quecksilber bei einer Temperaturerhöhung von —40 bis +360° sich nur um 1/14 seines ursprünglichen Volumens ausdehnt. Die mittleren Ausdehnungskoeffizienten sind nach *Kohlrausch* die in der folgenden Tabelle angegebenen.

II. Tabelle der mittleren Ausdehnungskoeffizienten des Petroläthers.

β	α	β	$\frac{1}{V_0}\cdot\frac{\Delta V}{\Delta t}$	$\frac{1}{V_m}\cdot\frac{\Delta V}{\Delta t}$
0° — 188,0°	0,00111	— 188,0 — 80,0°	0,00104	0,00121
0 — 80,0	0,00121	— 80,0 — 50,0	0,00112	0,00121
0 — 50,0	0,00125	— 50,0 + 0,0	0,00125	0,00129
0 + 22,7	0,00145	± 0,0 + 22,7	0,00145	0,00143
0 + 26,0	0,00147	+ 22,7 + 30,7	0,00158	0,00152
0 + 30,7	0,00148			

Zu der vorstehenden Tabelle, welche ebenso wie die I. Tabelle aus den *Annalen der Physik und Chemie* entnommen ist, bemerkt der Verfasser a. a. O.: „Eine einigermassen einfache Formel, die Beobachtungen darzustellen, habe ich nicht gefunden.“ Und doch gibt es eine sehr einfache Formel, welche die Beobachtungen genau wiedergibt, nämlich die von mir aufgefundene allgemeine Zustandsgleichung der Stoffe

$$v_t - x = (v_0 - x)(1 + \alpha)^t,$$

worin x das Molekülvolumen und $\log(1 + \alpha) = 0{,}0011$ ist. Dass dies thatsächlich der Fall ist, beweisen die in den nachstehenden Tabellen nach dieser Formel berechneten Volumina v_t.

I. Tabelle von *Kohlrausch*.

Nr. 2, $v_0 = 690$ cmm, $v_0/q = 370$		Nr. 3, $v_0 = 976$ cmm, $v_0/q = 830$				Mittelwerte, um die Glasausdehnung vermehrt		
t	v					t		
— 188,8°	0,7964	— 187,7°	0,7969	— 187,7°	0,7983	— 188,0°	85,0°	0,7916
- 79,9	0,9069	— 79,9	0,9054	— 79,9	0,9065	— 79,9	193,1	0,9037
— 49,7	0,9396	— 47,7	0,9395	— 49,7	0,9396	— 49,7	223,3	0,9376
0,0	1,0000	0,0	1,0000	0,0	1,0000	0,0	273,0	1,0000
+ 22,7	1,0319	+ 22,7	1,0326	+ 22,7	1,0322	+ 22,7	295,7	1,0330
+ 26,0	1,0365	+ 26,0	1,0379	+ 26,0	1,0372	+ 26,0	299,0	1,0382
+ 30,4	1,0439	+ 30,9	1,0451			+ 30,7	303,7	1,0456

t	Volumen beobachtet von *Kohlrausch*	Volumen berechnet von *Mewes*	Differenz	
− 188,8°	0,7964	0,79855	+ 0,00215	
− 79,9	0,9069	0,9029	− 0,00400	$x = 0{,}47$
− 49,7	0,9396	0,9373	+ 0,00229	$log\,(1+\alpha) = 0{,}0011$
0,0	1,0000	1,0000	± 0,00000	$r_0 = 690$ cmm
+ 22,7	1,0319	1,03127	− 0,00063	$r_0/q = 370$
+ 26,0	1,0365	1,03608	− 0,00042	
+ 30,4	1,0439	1,04242	− 0,00148	

t	Volumen beobachtet von *Kohlrausch*	Volumen berechnet von *Mewes*	Differenz	
− 187,7°	0,7969	0,79436	− 0,0025	
− 79,9	0,9054	0,90089	− 0,0045	$x = 0{,}45898$
− 47,7	0,9395	0,93843	+ 0,0011	$log\,(1+\alpha) = 0{,}0011$
0,0	1,0000	1,0000	0,0000	$r_0 = 976$ cmm
+ 22,7	1,0326	1,03202	− 0,0006	$r_0/q = 830$
+ 26,0	1,0379	1,03683	− 0,00107	
+ 30,9	1,0451	1,04404	− 0,00106	

t	Volumen beobachtet von *Kohlrausch*	Volumen berechnet von *Mewes*	Differenz	
− 187,7°	0,7983	0,7999	+ 0,0016	
− 79,9	0,9065	0,9031	− 0,0034	
− 49,7	0,9396	0,9374	− 0,0022	$x = 0{,}47117$
0,0	1,0000	1,0000	± 0,0009	$log\,(1+\alpha) = 0{,}0011$
+ 22,7	1,0322	1,0313	− 0,0000	
+ 26,0	1,0372	1,0360	− 0,0012	

Die beobachteten und berechneten Werte würden sich noch genauer gedeckt haben, wenn nicht von vornherein $log\,(1 + \alpha) = 0{,}0011$ als richtiger Wert angenommen und mit Hilfe dieses Wertes dann erst der benutzte Mittelwert für x berechnet worden wäre, sondern wenn man nach der Methode der kleinsten Quadrate sowohl für x wie auch für α die wahrscheinlichsten Werte aus den Beobachtungen ermittelt worden wären. Indessen geht schon aus den hier berechneten Werten durch einen Vergleich mit den übrigens in den tieferen Temperaturen auch noch nicht ganz sicheren Zahlen die Richtigkeit meiner theoretischen Formel deutlich hervor. Für Interessenten bemerke ich noch, dass derartige tiefgradige Petrolätherthermometer von *C. Richter* in Berlin, Thurmstrasse 4, angefertigt werden.

Kleinere Mitteilungen.

Naphthaindustrie Bakus.

Ueber die *Naphthaindustrie Bakus* im Jahre 1899 hat die amtliche Zeitung *Westnik Finanzow* kürzlich folgende Angaben veröffentlicht.

Mit der Naphthagewinnung beschäftigten sich im Jahre 1899 160 Unternehmungen, von denen 62 in den letzten Jahren (1898 und 1899) gegründet worden sind. 134 Unternehmungen verfügten über 1357 thätige Bohrlöcher, die eine Ausbeute von 525,25 Millionen Pud (8 602 776 t) lieferten, 26 Unternehmungen hatten keine Ergebnisse aufzuweisen. Zur Erweiterung der Nutzungsflächen wurden zahlreiche neue Bohrversuche vorgenommen, wobei sich die Mutungsergebnisse ungünstiger gestalteten, je weiter diese Flächen vom Mittelpunkt der bisherigen Naphthagewinnung entfernt lagen. Unter allen Unternehmungen nimmt die Gesellschaft der *Gebrüder Nobel* die erste Stelle ein. Sie verfügte im Berichtsjahr über 101 thätige Bohrlöcher, die eine Ausbeute von etwa 95 Millionen Pud (1 556 100 t) lieferten.

Jahr	Zahl der Unternehmungen	Zahl der Nutzungsflächen	Umfang der Nutzungsflächen in		Thätige Bohrlöcher	Mittlere Tiefe der Bohrlöcher in		Ausbeute in	
			Dessjätin.	ha		Faden	m	Million. Pud	t
1896	93	158	544	594,32	736	128,3	273,74	386,3	6 327 594
1897	108	199	638	697,00	905	127,9	272,88	422,7	6 923 826
1898	140	252	759	829,20	1107	131,6	280,77	485,9	7 959 042
1899	160	253	847	925,30	1357	133,9	285,68	525,2	8 602 776

Der allgemeine Fortschritt der Naphthaindustrie Bakus wird durch die vorstehende Tabelle gekennzeichnet.

Von den Feldern Balachany, Ssabuntschi und Romany wurde die gewonnene Naphthamenge durch 23 Rohrleitungen den Fabriken in Baku zugeführt.

Für die Zuführung von Meerwasser bestanden 8 Leitungen. Wenn sehr starke Quellen erschlossen werden, pflegt man mitunter die Naphtha in Gruben aufzufangen, von wo sie später den Fabriken zugeführt wird. Im allgemeinen werden jetzt an Stelle der Gruben eiserne Behälter errichtet.

Im Berichtsjahr bestanden

71 Fabriken für die Herstellung von Petroleum
15 „ „ „ „ „ Petroleum und Schmierölen
6 „ „ „ „ „ Schmierölen
5 „ „ „ „ „ Benzin
3 „ „ „ „ „ Asphalt
1 „ „ „ „ „ Wagenfetten.

Zusammen 101 Fabriken mit 1944 Erd-, Stein- und Eisenbehältern, die 294 135 000 Pud (etwa 4,818 Millionen t) aufspeichern konnten. Die Aufnahmefähigkeit der eisernen Behälter betrug 54 122 979 Pud (etwa 886 535 t).

Die Bearbeitung der Rohnaphtha wird in der sogen. „schwarzen Stadt“ und in der Umgebung von Baku betrieben. Es bestanden 97 Raffinerien, von denen 55 ununterbrochen arbeiteten. Sie sind im stande, täglich 2 183 260 Pud (35 757,54 t) Rohnaphtha auf Petroleum und 118 000 Pud (1932,84 t) Rückstände auf Schmieröle zu verarbeiten. Eine Vergrösserung der Raffinerien wurde im Berichtsjahr vorgenommen. Im Durchschnitt wurden täglich 704 500 Pud (11 540,71 t) Petroleum erzeugt.

Ueber die Gewinnung der wichtigsten Naphthaerzeugnisse im Zeitraum von 1895 bis 1899 gibt die folgende Tabelle Aufschluss.

	1895		1896		1897		1898		1899	
	Pud	t	Pud	t	Pud	t	Pud	t	Pud	t
Petroleum . . .	87 770 036	1 441 673	88 088 978	1 442 897	89 643 169	1 468 355	92 016 993	1 507 238	110 442 158	1 809 043
Zuwachs in %. .	—		+ 0,36		+ 1,76		+ 2,6		+ 20,02	
Schmieröle . . .	7 220 817	118 277	8 718 350	142 806	8 874 950	145 373	10 290 990	168 566	11 336 974	185 700
Zuwachs in %. .	—		+ 20,74		+ 1,79		+ 16,0		+ 10,27	
Solaröle	—		—		403 884	6 616	442 507	7 248	425 220	6 965
Zuwachs in %. .	—		—		—		+ 9,6		— 3,9	
Benzin	326 851	5 354	169 052	2 769	274 358	4 494	343 769	5 631	242 598	3 974
Zuwachs in %. .	—		— 48,27		+ 63,2		+ 25,3		— 29,4	
Rückstände . . .	175 911 912	2 881 437	207 383 850	3 396 947	224 402 302	3 675 710	238 606 020	3 908 367	231 037 366	3 784 392
Zuwachs in %. .	—		+ 17,9		+ 8,2		+ 6,3		— 3,17	

Im allgemeinen können aus Rohnaphtha 32 bis 35 % Petroleum erzielt werden. Bei niedrigen Petroleumpreisen pflegen aber die Fabrikanten nur oberflächlich zu destillieren, um eine grössere Rückstandsmenge zu erzielen, weil diese Rückstände stets gut bezahlt werden. Die Bearbeitung beschränkt sich dann auf die Gewinnung von Benzin. Im Berichtsjahr wurden aus 407 530 000 Pud (6 675 342 t) Rohnaphtha 110 442 158 Pud (1 809 043 t) Petroleum oder etwa 27,1 % gewonnen und 667 818 Pud (10 938,86 t) Solaröle und Benzin und 231 037 366 Pud (3 784 392 t) Rückstände erzielt. Die Hauptmenge der Schmieröle und des Benzins wird aus den Rückständen gewonnen.

Die Zeitung *Kaspi* berichtet, dass nach Eröffnung der Rohrleitung von Michailowo nach Batum (s. S. 675 d. Bd.) durch dieselbe nur Petroleum von gleicher Marke (Nr. 2³/₈) befördert wird. Da die kleinen Fabrikanten diese Marke nicht herstellen können, sind sie von der Benutzung der Leitung ausgeschlossen. Durch diesen Umstand pflegen viele Fabrikanten entweder nur Schmieröle zu bereiten oder nur auf Rückstände zu arbeiten; da letztere aber dabei zu leicht werden und eine niedrige Entflammungstemperatur besitzen, fügen sie den Rückständen Rohnaphtha hinzu. Bei dieser Betriebsart erhalten sie nur etwa 20 % Petroleum, das in Tankschiffe verladen wird.

Dichtungen für hohe Dampfspannungen.

Die zuverlässige und dauernde Abdichtung von Rohrverbindungen, durch welche Dampf, Flüssigkeiten und Gase unter Druck geleitet werden, hat von jeher Schwierigkeiten bereitet. Diese Schwierigkeiten sind noch grösser geworden, seitdem die Fortschritte im Kessel- und Maschinenbau die Möglichkeit geschaffen haben, hohe Dampfspannungen einzuführen und auszunutzen. Die höheren Dampfspannungen stellen aus zweifachem Grunde grössere Anforderungen an die Leistungsfähigkeit und Dauerhaftigkeit der Dichtungen; sie vermehren die Kraft, mit welcher der eingeengte Dampf einen Ausweg sucht und sie steigern die Temperatur des gesättigten Dampfes. Der letztere Umstand ist der schwerwiegendere, denn er verhindert den Gebrauch von vielen Dichtungsmitteln, die bei den früher in Betracht gekommenen Temperaturen von 120 bis 150° allgemein üblich und gut verwendbar waren. Auch der sich leicht allen Unebenheiten der Dichtungsflächen anpassende Kautschuk, welcher bei mittleren Dampfspannungen ein vorzügliches Dichtungsmaterial bildet, versagt als reine, organische Substanz bei Temperaturen von 180 bis 200° und darüber seinen Dienst.

Selbst reiner Asbest ist für hohe Dampfspannungen nur dann verwendbar, wenn eine Verdichtung des Dampfes zu Wasser ausgeschlossen und wenn das Speisewasser frei von alkalischen Bestandteilen ist.

Das Bedürfnis nach dauerhaftem Verpackungsstoff für hohe Dampfspannungen hat in neuerer Zeit die Metalldichtungen geschaffen, welche grösstenteils aus weichem Kupfer hergestellt werden. Man ist jedoch auch bei diesen der technischen Schwierigkeiten noch nicht ganz Herr geworden. Abgesehen von dem hohen Preise sind Metallverdichtungsringe in der Regel nur bei glatten Dichtungsflächen mit Vorteil verwendbar und auch da sind sie keineswegs von unbegrenzter Dauerhaftigkeit. Bei unebenen Dichtungsflächen hilft man sich durch Einlagen von Gummi, Asbest, womit aber die Mängel, die sich bei der Benutzung von reinen Gummi- und Asbestdichtungen für hohe Dampfspannungen zeigen, auch auf diese Metalldichtungen übertragen werden.

Beachtung verdient unter diesen Umständen ein Dichtungsmaterial, welches das beim Kautschuk so hochgeschätzte Anpassungsvermögen und eine ausserordentlich grosse Widerstandsfähigkeit gegen hohe Temperaturen in sich vereinigt. Es ist dies die Dichtungsplatte Amiante-Vulcano-Plastique von *K. Reichenbach* in Karlsruhe i. B. Dieses eigenartige Mittel besteht, wie uns diese Firma mitteilt, aus unverbrennbaren, unorganischen Stoffen, welche durch eine besondere Fabrikation in eine mechanischen und chemischen Einflüssen, sowie hohen Temperaturen dauernd widerstehende Verbindung mit Kautschuk gebracht werden. Die unvulkanisierte Masse ist plastisch und passt sich auch den schlechten Dichtungsflächen mit Genauigkeit an, so dass eine Verbindung der abzudichtenden Metallflächen erzielt wird. Die Struktur der Masse ist trotzdem so fest, dass man die eingelegten Dichtungen von Anfang an ohne jede Vorsicht dem höchsten Druck aussetzen darf. Anstatt nun (wie dies bei Gummidichtungen gewöhnlich der Fall ist) infolge der hohen Temperatur, welche der Dampf bei grossen Spannungen besitzt und den abzudichtenden Metallflächen mitteilt, mit der Zeit zusammenzuschrumpfen und spröde und brüchig zu werden, verändert sich die eingelegte Dichtung in Form und Stärke nicht, gewinnt vielmehr durch den Vulkanisierungsprozess noch an Festigkeit, so dass sie nach jahrelangem Gebrauch noch dieselben Masse aufweist wie bei der Montage. Hierdurch fällt auch das häufige Nachziehen der Flanschen weg, wie die Behandlung der Platte überhaupt die denkbar einfachste ist. A.-V.-P. ist für gesättigten und überhitzten Dampf, sowie für kaltes und heisses Wasser jeglicher Beschaffenheit verwendbar und hält Temperaturen von 300 bis 400° jahrelang aus.

Die elektrische Bahn Peking—Ma-chia-pu.

In den letzten Jahren hat die Elektrotechnik begonnen, sich auch in China ein Arbeitsfeld zu schaffen. So übertrugen die *Imperial Railways of North-China* der *Siemens und Halske A.-G.* den Bau einer elektrischen Bahn von dem Staatsbahnhofe in Ma-chia-pu nach dem Südthor der Stadt Peking. Die Bahn ist etwa 3 km lang und gelangte in folgender Weise zur Ausführung:

Die Geleise mit der Normalspur von 4′ 8¹/₂″ (= 1435 mm) wurden unmittelbar an die Geleise der *Imperial Railways of North-China* beim Ma-chia-pu-Bahnhofe angeschlossen und teils in der Mitte, teils an der Seite der nach Peking führenden Makadam-Strasse eingebaut. Die verwendeten Vignolschienen wiegen 60 Pfund englisch für 1 Yard (29,7 kg pro 1 m) und wurden auf Holzschwellen von Oregonfichte in einer Bettung von Schotter verlegt.

Als Länge der Ausweichen in den Geraden wurden 100 Fuss englisch (30,5 m) eingehalten, so dass Züge mit 3 Wagen sich ausweichen können.

Die oberirdische Leitung wird durchweg von Holzmasten mit eisernen Auslegern getragen, nur in den Weichen wurden Ueberspannungsmaste angewendet. Die Stromleitung wurde in zwei Teile getrennt, von denen jede durch Blitzableiter gegen Blitzschlag geschützt und mit Nachspannvorrichtungen für die Arbeitsleitung versehen ist. Die oberirdischen Leitungen wurden in den Wagenschuppen eingeführt, wo sie in einem Kabel von 95 qmm Querschnitt zum Schaltbrett weiter geleitet werden. Die Drähte zur Leitung des Stromes über die Schienenstösse hinweg sind zwischen Lasche und Schienensteg verlegt, damit sie nicht von den Chinesen, denen Kupfer sehr willkommen ist, gestohlen werden.

Das Kraftwerk für die elektrische Bahn liegt etwa 400 m vom Bahnhofe Ma-chia-pu an einem Bache, welcher hier durch ein Wehr aufgestaut wurde, so dass man auch für die wasserarme Zeit genügend gegen Wassermangel geschützt ist. Das Gebäude für das Kraftwerk wurde mit dem Wagenschuppen vereinigt und besteht in der Hauptsache aus drei Abteilungen, dem Wagenschuppen, dem Maschinenraum und dem Kesselhause. Der Wagenschuppen enthält neben einem kleinen Bureau zugleich die Reparaturwerkstätte und hat eine Grundfläche von 11,3 : 25,2 m.

An den Wagenschuppen schliesst der Maschinenraum mit einer Grundfläche von 12,1 : 10,6 m an, in welchem zwei stehende Verbunddampfmaschinen ohne Kondensation aufgestellt sind, die bei 270 Umdrehungen in der Minute je 75 PS maximal zu leisten vermögen. Die Dampfmaschinen haben die Kapseltype von der Maschinenfabrik *Paucksch* in Landsberg a. W. und eignen sich für die örtlichen Verhältnisse ganz besonders deshalb, weil häufige Staubstürme auftreten, die einen ungemein feinen, alles durchdringenden Staub mit sich führen. Die Dampfmaschinen treiben mittels Riemen zwei Siemens und Halske-Dynamos, Type UA 22/30, an, von je 45 Kilo-Watt Leistung bei 500 Volt Spannung. Von den Dynamos wird der Strom durch unterirdische Kabel den Sammelschienen des Schaltbrettes zugeführt.

Im Kesselhause erzeugen zwei Cornwall-Kessel von je 35 qm Heizfläche den erforderlichen Dampfüberdruck von 10 at. Für den normalen Betrieb ist ein Kessel ausreichend, ebenso wie ein Maschinensatz für den gewöhnlichen Betrieb genügt, während der andere in Reserve steht. Die Cornwall-Kessel wurden den Wasserrohrkesseln vorgezogen, weil sie in Bedienung, Reinigung und Unterhaltung dem unerfahrenen chinesischen Personal weniger Schwierigkeiten machen, als die Wasserröhrenkessel. Zwei Worthington-Pumpen dienen zum Kesselspeisen und drücken das Wasser in die Kessel durch einen Vorwärmer, welcher durch den Abdampf der Dampfmaschinen geheizt wird, aber auch durch ein Abzweigventil ausgeschaltet werden kann. Die Worthington-Pumpen sind so bemessen, dass sie zu gleicher Zeit auch ein Bassin im Kesselhause mit Kaltwasser füllen, aus welchem den Dampfmaschinen Kühlwasser für die Kühlschlangen im Oelbade des Kurbelkastens zugeführt wird, und aus welchem das Wasser für die verschiedenen Zwecke im Wagenschuppen entnommen wird.

Der Wagenpark besteht vorläufig aus 4 Motorwagen und 4 Anhängewagen, jeder mit 16 Sitz- und 14 Stehplätzen. Die Motore, welche zur Verwendung kamen, gehören zur B-Type von *Siemens und Halske* und besitzen zwei bewickelte und zwei Folgepole.

Als Einschalter wurden die flachen Einschalter von *Siemens und Halske* angewandt mit Funkenlöschern und Vorrichtung zur elektrischen Bremsung. Im übrigen haben die Wagen die bekannte *Siemens*'sche Ausrüstung mit dem Aluminiumschleifbügel und sind mit Starkstromautomaten und Blitzableitern versehen.

Die Einwohnerschaft hat sich recht gut an das neue Verkehrsmittel gewöhnt, und die Besorgnisse, die anfänglich von



mancher Seite für das neue Verkehrsmittel gehegt wurden, sind nicht verwirklicht worden. Man hatte zuerst nicht ganz mit Unrecht Befürchtung für die Sicherheit der Anlage gehabt und darauf hingewiesen, dass die niederen Bevölkerungsschichten, welche keine Erklärung für die elektrische Triebkraft besitzen, sie für etwas Teuflisches halten würden, das man ausrotten müsse. Von alledem ist nichts eingetreten; es wurde bei der Betriebseröffnung allerdings ein Sturm auf die elektrische Bahn gemacht, aber nur, um Sitze in den Wagen zu erobern. Ueber die Betriebsergebnisse lässt sich, da die Bahn erst seit Juni 1899 in regelmässiger Benutzung ist, vorläufig noch nicht viel erwähnen. Zur Zeit haben die Wirren, welche in Peking jeden Betrieb unmöglich machen, natürlich auch ihren schädlichen Einfluss auf dieses Unternehmen ausgeübt. Bei dem Ausbruche derselben wurde der Betrieb der elektrischen Bahn eingestellt. Zugleich mit der Wiedereröffnung des Betriebes auf der Linie Tientsin-Peking, deren Fortsetzung die elektrische Bahn darstellt, wird die Verwaltung der *Imperial Railways of North-China* auch den Betrieb der elektrischen Bahn wieder aufnehmen und jedenfalls bald darangehen, die geplante Verlängerung auszuführen, die sich als unbedingt nötig herausgestellt hat.

Bücherschau.

Die Kleinbessemerei für den Stahlformguss, Temperguss und Feinguss von *Karl Rott*, Hütteningenieur in Halle a. S. Sonderabdruck aus *Uhland's Technische Rundschau.* Mit 1 Tafel in Photolithographie und 7 Abbildungen im Text. Leipzig 1900. Verlag: Bureau des Praktischen Maschinen-Konstrukteur. Preis 1 M.

Bei der immer mehr zunehmenden Verwendung von Stahlguss zur Anfertigung von Maschinenteilen und anderen Gegenständen, die bisher geschmiedet oder in Fein- und Hartguss ausgeführt wurden, muss eine sachverständige Anleitung zur Einrichtung und zum Betrieb derartiger Anlagen gegebenenfalls in Verbindung mit bestehenden Giessereien und zur Aufstellung einer Rentabilitätsberechnung jedem Fachmanne erwünscht sein. Die Abhandlung des Hütteningenieurs *Rott*, die sich auf langjährige Erfahrungen gründet, ist zuerst in *Uhland's Technische Rundschau* veröffentlicht worden und jetzt als Sonderabdruck in der handlichen Form einer Broschüre erschienen. Eine beigefügte Tafel bringt den vollständigen Plan einer Giesserei für Stahl- und Temperguss.

Dr. *Ost*, *H.*, Professor der technischen Chemie an der Technischen Hochschule zu Hannover. **Lehrbuch der chemischen Technologie.** Mit einem Schlussabschnitt „Metallurgie", bearbeitet von Dr. *F. Kolbeck*, Professor an der Bergakademie in Freiberg (Sachsen). Vierte, umgearbeitete Auflage des bisherigen „Lehrbuchs der technischen Chemie". Mit 239 Abbildungen im Text und 8 Tafeln. Hannover. Verlag von Gebr. Jänecke. 1900.

Das in weiten Kreisen bekannte Lehrbuch der technischen Chemie von *Ost* liegt hier in vierter, dem neuesten Stand der chemischen Technik Rechnung tragender Bearbeitung vor. In dieser Auflage ist dem Apparatenwesen der chemischen Industrie mehr Raum wie seither gewährt, so dass das Werk auch dem Ingenieur, welcher sich über einen bestimmten Zweig der chemischen Fabrikation informieren will, unter Umständen ein recht wertvoller Ratgeber sein kann.

Auch der angehende Hüttenmann findet darin reiche Belehrung und kann somit das Werk allen Interessenten rückhaltlos empfohlen werden. *C. H.*

Lehrbuch der technischen Mikroskopie. Bearbeitet von Prof. Dr. *T. F. Hanausek* in Wien. 1. Lieferung. Stuttgart, Ferdinand Enke, 1900. Preis M. 5.—

Im Anschluss an das *Wiesner*'sche Werk, dessen Erscheinen vorstehend angezeigt worden ist, geben wir im nachstehenden einen Teil des Wortlautes der Ankündigung des *Hanausek*'schen Lehrbuches der technischen Mikroskopie wieder, durch den am besten die Ziele, welche dieses Lehrbuch verfolgt, angedeutet werden: „Seit dem Erscheinen von *J. Wiesner*'s vortrefflicher, die Grundlage der wissenschaftlichen Warenkunde bildenden „Einführung in die technische Mikroskopie" (Wien 1867), ist kein Werk veröffentlicht worden, welches das Gesamtgebiet der technischen Mikroskopie in der Form eines Lehrbuches behandelt. Der Verfasser hat versucht, in seinem Lehrbuche die beiden Hauptzwecke, denen eine derartige Arbeit dienen soll, zur Darstellung zu bringen. Das Buch soll einerseits dem Studierenden das wichtigste wissenschaftliche Hilfsmittel sein, das ihn in das Gebiet der technischen Mikroskopie einführt, andererseits aber soll das Buch auch zur Lösung rein praktischer Aufgaben behilflich sein.... Es soll den in der Praxis stehenden Techniker unterweisen, wie er technische Rohstoffe mikroskopisch zu untersuchen hat, um sich ein Urteil über ihre Beschaffenheit und ihre Eignung bilden zu können. Das Buch soll indessen keine Rohstoffkunde, keine technische Naturgeschichte sein...."

Die vorliegende Lieferung enthält: Beschreibung des Mikroskopes und Polarisationsapparates, dann die Mikroskopie folgender Rohstoffe: Stärke, Cellulose, Baumwolle, Flachs, Hanf, Jute, Ramie u. s. w., Papier, Wolle, Seide, Holz. Ausser dieser Lieferung werden noch zwei weitere Teile erscheinen. Der Name *Hanausek*'s bürgt dafür, dass auch die nachfolgenden Teile des Werkes eine gleich vorzügliche Bearbeitung erfahren werden, wie die vorliegende Lieferung. Wir behalten uns vor, auch auf dieses Werk später näher einzugehen und eine schärfere Abgrenzung des Inhaltes der beiden nahe verwandten Lehrbücher von *Wiesner* und *Hanausek* zu geben, als es zur Zeit möglich ist. Die Vollendung beider Werke wird für Ende 1900 in Aussicht gestellt. *B.*

Die Flüssigkeitsschraube; Winddruck, Luftschiffs- und Schiffsschraube, Kanalschiffsluftschraube, Niederdruck-Windrad, Graf Zeppelin's Luftschiff von *Paul Pacher*. A. Amonesta. Wien 1900. Preis 1,50 M.

Unter allen Lösungen, welche in der Jetztzeit mit „heissem Bemühen" erstrebt werden, bildet die Lenkbarmachung des Luftschiffes und die Kunst des Fliegens das verbreitetste Lieblingsthema der Forscher und Erfinder. Allüberall werden diesfällig Projekte verlautbart, neue Erfindungen gemacht, Berechnungen angestellt, Patente erworben und Versuche durchgeführt; ebenso reichlich ist natürlich die einschlägige Litteratur, welche sich im allgemeinen freilich mehr durch Quantität als Qualität auszeichnet. Zu den bedeutsamen Erscheinungen dieser Litteratur zählt jedoch die obige Druckschrift, worin der bereits durch seine in der *Ostdeutschen Rundschau* und in einem vorigen Jahres erschienenen Schriftchen *Das Fliegen* veröffentlichten Anschauungen bekannte Autor Bestimmungen über die Form und Anordnung der in tropfbaren oder gasförmigen Flüssigkeiten anzuwendende Antriebschraube aufstellt, mit besonderer Rücksichtnahme auf die Bedürfnisse der Luftschiffahrt und namentlich auch des Graf *Zeppelin*'schen Luftschiffes. Die betreffenden Feststellungen sind auf streng wissenschaftlichem Wege gewonnen und in ihrem Aufbau so klar und logisch entwickelt, dass sich auch der streng prüfende Leser der Zustimmung nicht entschlagen kann. Das Schriftchen enthält also nicht nur viel Interessantes für alle, die sich irgendwie mit dem Gegenstande beschäftigen, sondern auch ausgesprochen wertvolle Winke und Anleitungen für Luftschiffer, Schiffbauingenieure im allgemeinen und Windmühlenbauer.

Eingesandt.

Normalien zu Rohrleitungen für Dampf von hoher Spannung.

Bei den Dampfkraftanlagen ist man in den letzten Jahrzehnten zu immer höheren Dampfspannungen gekommen; die Lokomotiven machten den Anfang, die Schiffsmaschinen und Betriebsmaschinen der Wasserwerke, Spinnereien und Webereien, der Elektrizitätswerke u. s. w. folgten. Anlagen, die mit Dampf von 10, 12 und 15 at arbeiten, sind heute nicht mehr selten. Für solche Spannungen bieten aber die früher allgemein üblichen gusseisernen Rohre und Ventile nicht die genügende Sicherheit, und welche verheerenden Wirkungen der Bruch einer Rohrleitung mit hochgespanntem Dampf auszuüben vermag, hat unter vielen anderen das entsetzliche Ereignis an Bord des Kriegsschiffes „*Brandenburg*" vor einigen Jahren gezeigt. Man ist deshalb mehr und mehr dazu übergegangen, widerstandsfähigere Baustoffe für solche Rohrleitungen zu verwenden: Schweisseisen, Flusseisen, Kupfer, Bronze, Stahlguss u. s. w. Von vielen Seiten geäusserten Wünschen entsprechend, hat der *Verein deutscher Ingenieure* die hierfür in Betracht kommenden Baustoffe und Konstruktionen einer sorgfältigen Prüfung unterworfen und ebenso, wie früher zu gusseisernen Rohrleitungen für geringen Druck, jetzt zu *Rohrleitungen für Dampf von hoher Spannung* Normalien ausgearbeitet. Auf Grund wissenschaftlicher Berechnungen und umfangreicher, zum Teil sehr kostspieliger Versuche, sind die Masse der Rohrwandungen, Flanschenverbindungen, Ventile, Schrauben, Dichtungen u. s. w. für die verschiedenen Durchmesser bestimmt und in Zeichnungen dargestellt worden. Der Bericht des vom Verein hierfür eingesetzten Ausschusses ist in der *Zeitschrift des Vereines deutscher Ingenieure*, 1900 Nr. 43 S. 1481 veröffentlicht. Abdrücke der Masstafeln und Zeichnungen sind von der Geschäftsstelle des *Vereines deutscher Ingenieure* in Berlin, Charlottenstrasse 43, zu beziehen.

Arnold Bergsträsser Verlagsbuchhandlung (A. Kröner) Stuttgart.
Druck der Union Deutsche Verlagsgesellschaft ebendaselbst.



DINGLERS POLYTECHNISCHES JOURNAL.

81. Jahrg., Bd. 315, Heft 50. Stuttgart, 15. Dezember 1900.

Jährlich 52 Hefte in Quart. **Abonnementspreis** vierteljährlich 6 M., direkt franko unter Kreuzband für Deutschland und Oesterreich 6 M. 65 Pf., für das Ausland 7 M. 30 Pf. Redaktionelle Sendungen und Mitteilungen bittet man zu richten: An die Redaktion von „Dinglers Polytechn. Journal" in Stuttgart, die Expedition betreffende Schreiben an Arnold Bergsträsser Verlagsbuchhandlung (A. Kröner) Stuttgart.



Ueber einige neue Eis- und Kühlmaschinen auf der Pariser Weltausstellung 1900.

Von Professor **Alois Schwarz** in Mährisch-Ostrau.

(Schluss von S. 613 d. Bd.)

In der Schweizer Abteilung der Klasse 55 hat die bekannte Aktiengesellschaft der Maschinenfabriken von *Escher, Wyss und Cie.* in Zürich eine Eismaschine in Betrieb vorgeführt, welche für die Fabrikation von Krystalleis bestimmt, sowohl in ihrer Anordnung, als auch in der Konstruktion des Wasserdestillationsapparates mehrfache Neuerungen aufweist. Die beistehende Planskizze (Fig. 9 bis 14) veranschaulicht die Aufstellung dieser im Betriebe befindlichen, ausschliesslich für Eisfabrikation bestimmten Kohlensäurekältemaschine, derart bemessen, um stündlich etwa 500 kg Zelleis herstellen zu können. Der doppeltwirkende horizontale Kompressor *l* ist mit einer horizontalen Eincylinderschieberdampfmaschine *k* und untenliegender Kondensation direkt gekuppelt. Der Eisgenerator *m*, in welchem die Verdampferschlangen, wie in neuester Zeit allgemein üblich, direkt eingebaut sind, ist der Länge nach abgeteilt; während die eine Hälfte für Matteis benutzt wird, dient die andere zur Herstellung von Krystalleis mittels destilliertem Wasser.

Sämtliche Eiszellen für 25-kg-Blöcke sind in 48 Reihen zu je 8 Stück in fahrbaren Rahmen eingebaut, welch letztere durch eine von der Transmission angetriebene, mechanisch-automatisch wirkende Vorschubvorrichtung mit Umschaltung jeweilig um eine Zellenentfernung vorgeschoben werden.

Diese successive Eiszellenbewegung vollzieht sich in entgegengesetzter Richtung zu der durch zwei Propellerrührwerke in permanenter Strömung gehaltenen 7- bis 10grädigen Salzwassermenge, wodurch ein gleichmässiges Ausfrieren der Zellen erreicht wird. Beginnt das Ausheben der Eiszellen, so wird der vorderste Zellenrahmen an seinem Haken durch den die Auf-, Ab-, sowie Vor- und Rückwärtsbewegungen ausführenden Transmissionslaufkrahn *d* ausgehoben und für einige Minuten in das nebenstehende, lauwarmes Wasser enthaltende, mittels Dampf geheizte Taubassin *n* getaucht. Nachdem sich nun die Eisblöcke von den Zellenwandungen gelöst haben, werden die Zellen mit Zuhilfenahme des Laufkranes durch die Kippvorrichtung auf die Rutschbahn entleert, um von da nach den verschiedenen Verwendungsstellen im Ausstellungsgebiete geschafft zu werden.

Die entleerten Eiszellen, durch automatisch wirkende Füllvorrichtungen gefüllt, werden in die unterdessen durch das periodische Vorstossen der Vorschubvorrichtung entstandenen Lücken hinten wieder eingesetzt. Dieser Vorgang wiederholt sich so oft, bis sämtliche Zellen entleert und wieder mit frischem Gefrierwasser gefüllt sind. Durch den gänzlich mechanisch-automatischen Betrieb der Anlage besteht die Wartung derselben allein in einigen leichten Handgriffen, so dass selbst die grösste Anlage von nur einem einzigen Arbeiter mit Leichtigkeit bedient werden kann.

Der Kohlensäurekondensator *a* konnte, da die quantitativen Wasserverhältnisse günstig erscheinen, als Tauchkondensator in Verbindung mit einem Flüssigkeitskühler ausgebildet werden, welche Apparate derart konstruiert sind, dass es möglich ist, den Kälteträger, die Kohlensäure, beinahe auf die Wassertemperatur abzukühlen, bevor derselbe seinen Kreislauf durch die mit den nötigen Manometern versehene Reguliervorrichtung wieder beginnt.

Ausser der Regulierung finden wir in den im Plane ersichtlichen Kohlensäureleitungen nur noch zwei Hilfsapparate, und zwar den in die Saugleitung kurz vor dem Kompressor eingeschalteten Siebtopf, sowie den in die Druckleitung eingesenkten patentierten Glycerinabscheider, welcher ausserdem in seiner windkesselförmigen Gestalt und unmittelbaren Nähe am Kompressorcylinder einen nicht unbedeutenden Einfluss auf ein sicheres, geräuschloses Arbeiten der Ventile ausübt.

Im Souterrain befindet sich noch der Kohlensäureeinziehapparat. Derselbe ist mit einer Auffangschale und einer Mischvorrichtung für Wasser und Dampf versehen, um warmes Wasser über die Kohlensäure behufs schnellerer Entleerung derselben rieseln lassen zu können.

Es ist nun noch der neue Gefrierwasserdestillierapparat an Hand der beiliegenden schematischen Darstellung (Fig. 15) einer kurzen Beschreibung zu unterziehen.

Die in erster Linie aus den Dampfkesseln I, II, III und IV bestehende Destillationsanlage erhält bei *a*, Kessel I., den direkten Heizdampf. Derselbe schlägt sich, indem er einmal das Wasser im ersten Kessel zum Verdampfen bringt, an den Siederöhren nieder, und das Kondensat verlässt den Kessel I bei *b* als erstes Produkt.

Der im Kessel I neugebildete Dampf aber verlässt denselben bei *c*, tritt bei *d* in den zweiten Kessel und es wiederholt sich hier, sowie in den folgenden Kesseln III und IV derselbe Vorgang wie im Primärkessel.

Die durch diese einfache Methode erhaltenen vier Produkte fliessen nach Passieren ihrer zugehörigen Kondenstöpfe als Kondensat bei *e* in den Kocher; unterwegs wird der in nur noch geringer Menge entwickelte Dampf aus dem vierten Kessel bei *f* ebenfalls mitgenommen. Im Kocher wird das Kondensat zum vollständigen Austreiben der Luft nochmals aufgekocht, und zwar durch eine mit Heizdampf gespeiste Rohrspirale, welch letzterer nach Passieren der Spirale sich bei *g* wieder mit der Heizleitung vereinigt, um im Primärkessel I weiter verwendet zu werden. Die durch Heizung im Kocher sich bildenden Dämpfe schlagen sich an den Röhren des mit Kühlwasser gespeisten Kondensers nieder, so dass nur die mitgerissene Luft nach oben entweichen kann.

Der kondensierte Dampf aber wird als luftfreies Destillat dem Gegenstromkühler bei *h* zugeleitet, um daselbst auf die Kühlwassertemperatur abgekühlt und um bei *i* nach Bedarf zum Füllen der Eiszellen entnommen zu werden. Der Zellenfüllapparat besteht aus soviel Füllröhren, als Zellen

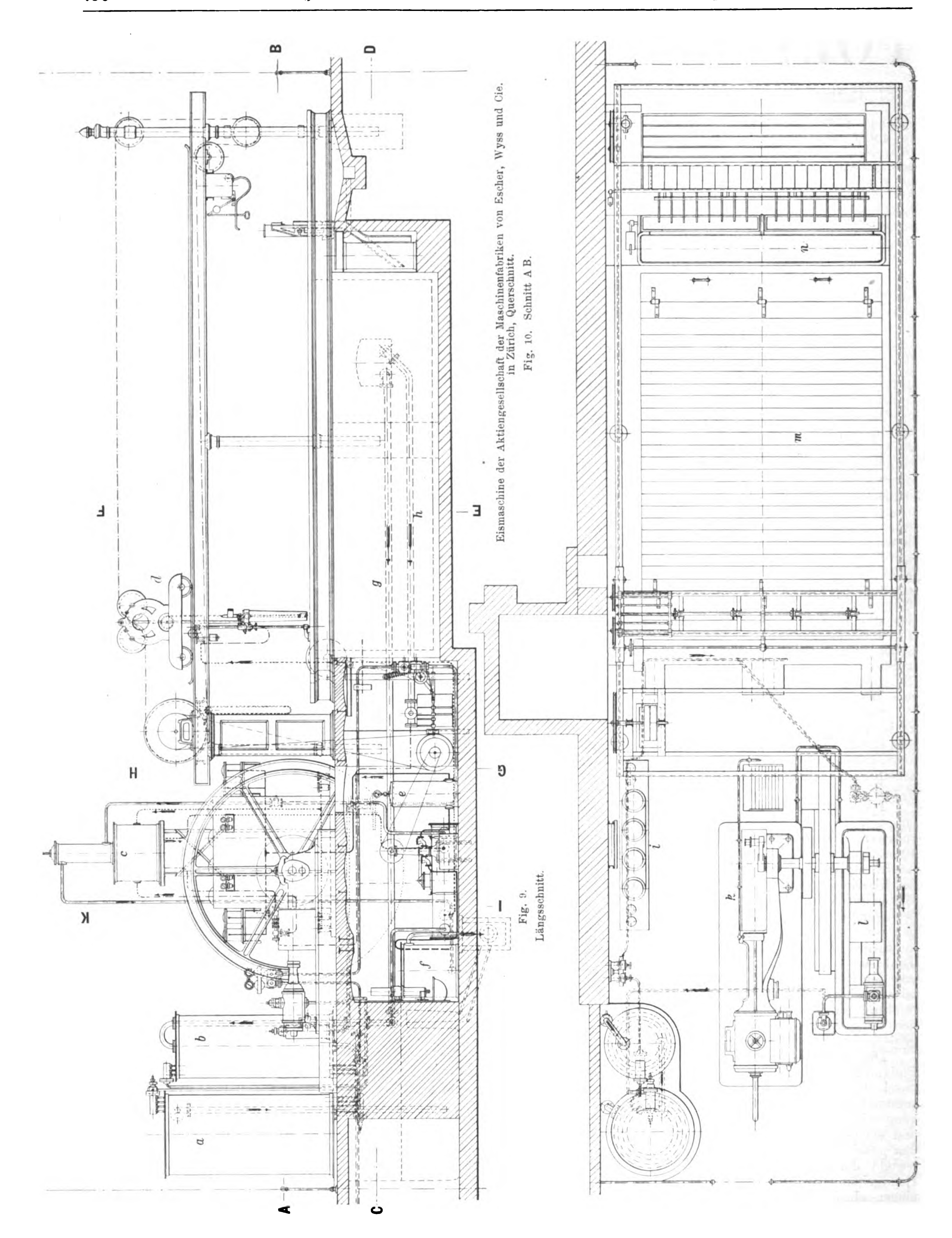


Fig. 9. Längsschnitt.

Eismaschine der Aktiengesellschaft der Maschinenfabriken von Escher, Wyss und Cie. in Zürich, Querschnitt.

Fig. 10. Schnitt A B.

in einer Reihe vorhanden sind. Jedes dieser Füllrohre hat an seinem unteren Ende ein Rückschlagventil, das beim Aufsetzen der Füllrohre auf den Zellenboden sich selbstthätig öffnet, so dass sich das Gefrierwasser unter Luftabschluss in die Zellen ergiessen kann. Beim Ausheben der Füllrohre, durch ein über Rollen gehängtes Gegengewicht ausbalanziert, schliessen die Ventile von selbst. Bezüglich des bei k in den Kühler eintretenden Kühlwassers ist zu bemerken, dass dasselbe sodann dem Kondenser, bei l als Kühlwasser weiter dienend, zugeführt wird. Von da aus gelangt dasselbe in das Warmwasserreservoir, und wird schliesslich durch die Pumpe zum Speisen der vier Dampfkessel bei m verwendet.

Der periodisch regelmässige Betrieb der Wasserspeisepumpe wird durch eine automatisch betriebene Riemenauslösung in Verbindung einer Membrane mit den Schwimmertöpfen selbstthätig reguliert, je nachdem das durch Wasserstandszeiger ersichtliche Wasserniveau im Mittel variiert.

a Kondenser. *b* Flüssigkeitssammler. *c* Kocher. *d* Transmissionslaufkran. *e* Luftkessel. *f* Warmwasserreservoir. *g* Seinewasserleitung. *h* Dampfleitung. *i* Kondenstöpfe. *k* Dampfmaschine. *l* Kompressor. *m* Eisgenerator. *n* Taubassin. *o* Leitung zur benachbarten Kühlmaschine. *q* Speisewasserpumpe.

Fig. 11. Grundriss des Souterrains. (Schnitt C D.)

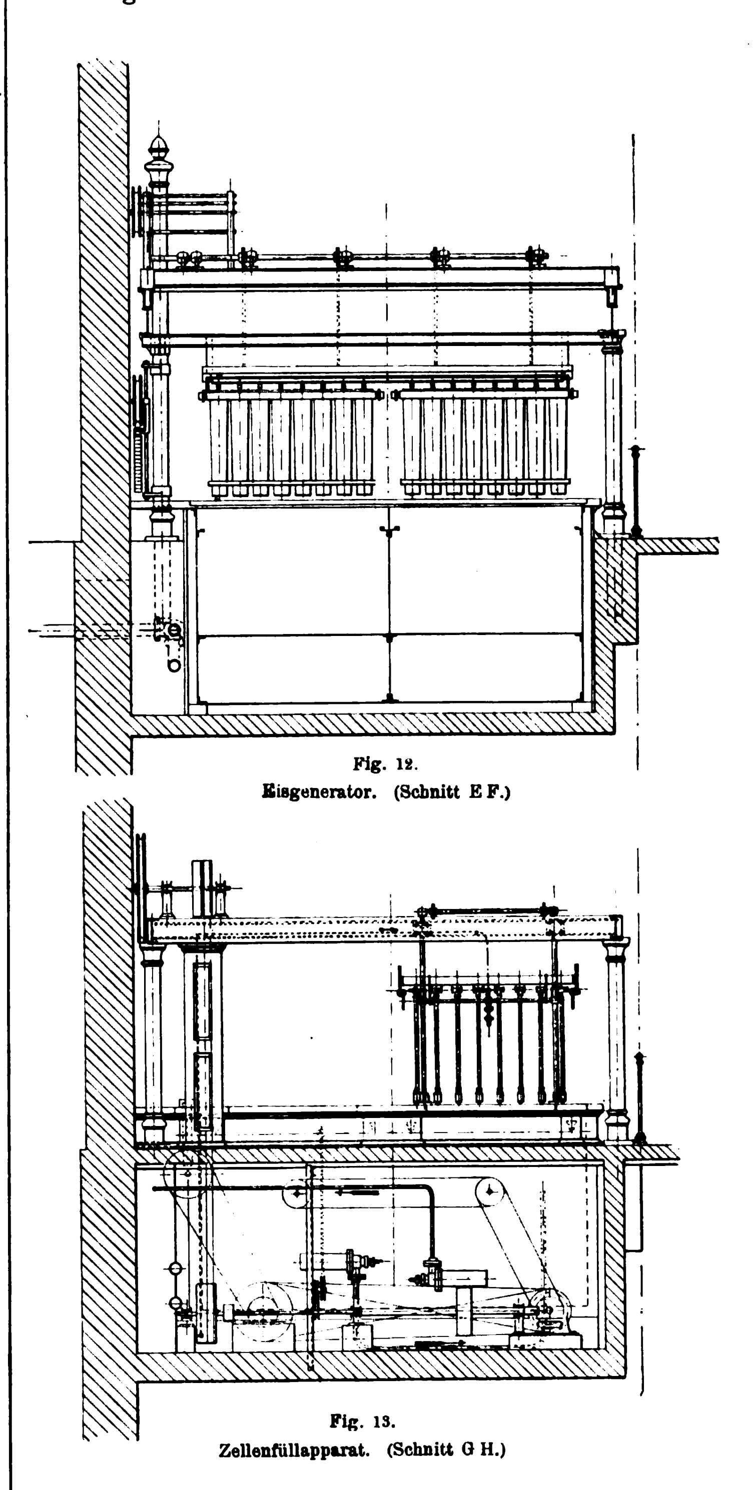


Fig. 12.
Eisgenerator. (Schnitt E F.)

Fig. 13.
Zellenfüllapparat. (Schnitt G H.)

Ebenso lassen angebrachte Manometer die Dampfspannungen in den verschiedenen Dampfkesseln ersehen.

Der ganze Destillierapparat ist, so kompliziert er vielleicht zuerst erscheinen mag, aufs äusserste vereinfacht und benötigt für 300 l erzeugtes Destillat bloss etwa 8 kg Heizdampf.

In der ungarischen Maschinenabteilung ist von der *Budapester Maschinenfabrik, A.-G., Danubius, vormals Schönichen-Hartmann* eine kleine Eismaschine für Schiffszwecke ausgestellt, deren Anordnung aus Fig. 16 zu ersehen ist. Die Eismaschine ist aus den üblichen Bestand-

teilen zusammengesetzt und zeigen dieselben nachstehende Einrichtung:

Der Kompressor ist einfachwirkend, in normaler Aus-

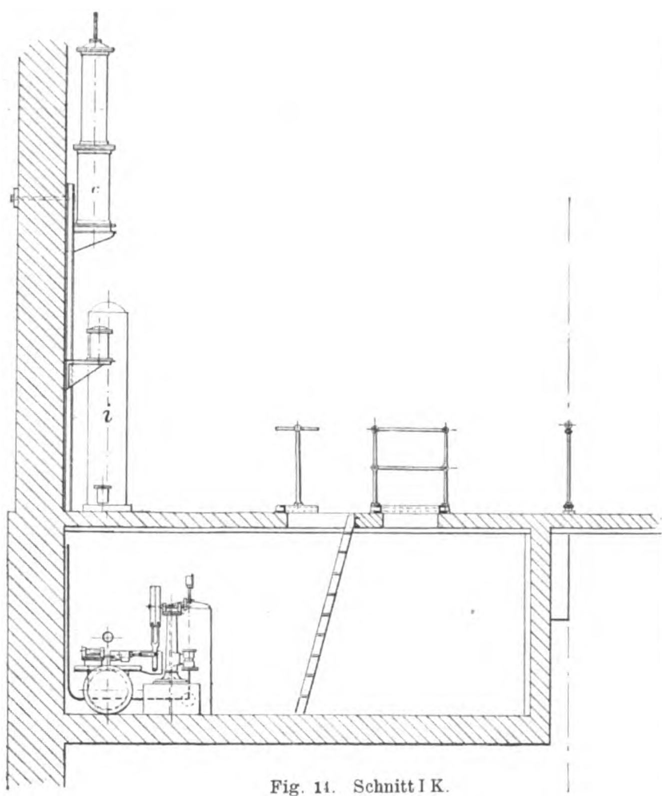


Fig. 14. Schnitt I K.

führung; der nicht arbeitende Raum vor dem Kolben ist durch ein Verbindungsrohr mit der Saugleitung verbunden und steht also ständig unter Saugspannung. Der Grundring der einfachen Stopfbüchse ist der Ersatz für die gewöhnlich angewendete Laterne. Die Schmierung wird durch Tropfen auf die Kolbenstange aus dem Oelreservoir bewerkstelligt. Das durch die Adhäsion dem Cylinder zugeführte Oel wird durch den Kolben am Rückweg in die über der Stopfbüchse befindliche Kammer geschleudert und füllt den Hohlraum des Grundringes ständig aus, so dass die Packung nur gegen Oel zu dichten hat.

Der Kondensator ist vollkommen geschlossen und als Frame ausgebildet. Die Ammoniakschlange tritt mit ihren Enden durch Stopfbüchsen im Deckel heraus. Der Kühlwasserzulauf befindet sich auf der Cylinderseite unten, der Kühlwasserablauf auf der Kurbelseite oben. Die obere Kondensatorwand ist mit drei Mulden versehen, welche das verbrauchte Tropföl der Kolbenstange, des Kreuzkopfes und der Kurbelwelle getrennt auffangen. Der Fuss des Frames ist ringsum zu einer Auffangrinne ausgebildet, welche das Tauwasser vom Cylinder und eventuell auch weiter verspritztes Oel auffängt. An den rechtsseitigen zwei Pratzen wird das Generatorreservoir angeschraubt.

Der Generator (Fig. 17) ist mit vertikaler Zwischenwand und mit der Kurbelachse direkt und beweglich gekuppeltem Propeller ausgerüstet. Die 12 Stück eingehängten Eiszellen für 3-kg-Blöcke frieren beim Anlassen der Maschine in etwa 6 Stunden, bei ununterbrochenem Betrieb jedoch schon in 5 Stunden vollkommen aus. Die normale Leistung ist demnach 7 kg Eis pro Stunde. Der Generatorkasten wird mit den angenieteten zwei U-Eisenversteifungen an obenangeführte Framepratzen angeschraubt.

Das Ammoniaksammelgefäss (Fig. 18) ist als zu einem Stück verschweisste Flasche ausgebildet, welche jeder Maschine doppelt beigegeben wird und dient auch zum Versand des flüssigen Ammoniaks, in welchem Falle die beiden Ventile durch eine übergeschraubte Hülse *C* geschützt werden. Das am Flaschenhals befindliche Gewinde wird nach Abschrauben der Hülse frei und dient dann zum Einschrauben der Flasche in einem am Frame befindlichen Tragring.

Die Fabrik entlüftet, füllt und probiert jede dieser Maschinen vor Versand in ihrer Fabrik, worauf die Ammoniakflasche in gefülltem Zustande abgenommen und separat verpackt, die übrige Maschine in einer grossen Kiste emballiert zum Versand gebracht wird. Die Eismaschine kann demnach, an Ort und Stelle angelangt, ohne weiteres aufgestellt und in Betrieb gesetzt werden.

Sobald nach längerem Betriebe Ammoniakmangel eintritt, wird die volle Reserveflasche mit der leeren vertauscht und letztere zur Neufüllung zugesendet.

Für Schiffszwecke werden diese Maschinen mit einer direkt gekuppelten Dampfmaschine ausgerüstet, welche ebenfalls auf dem Kondensatorframe aufmontiert ist. Der Generator wird für Schiffszwecke geschlossen gebaut, um ein Verspritzen der Salzlösung zu verhindern, so dass dann die Eiszellen nicht direkt mit der Salzlösung in Berührung kommen, sondern in Blechtaschen eingesetzt werden.

Für die Verwendung dieser Type von Eismaschinen

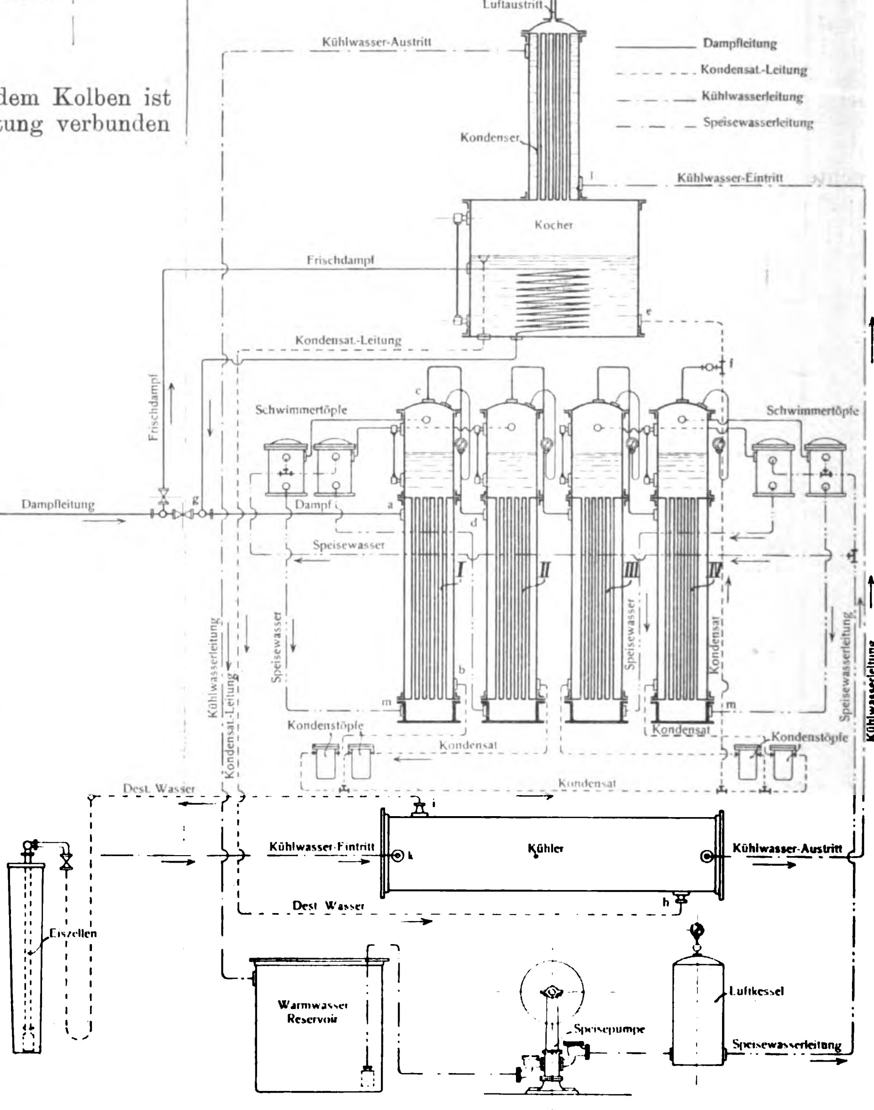
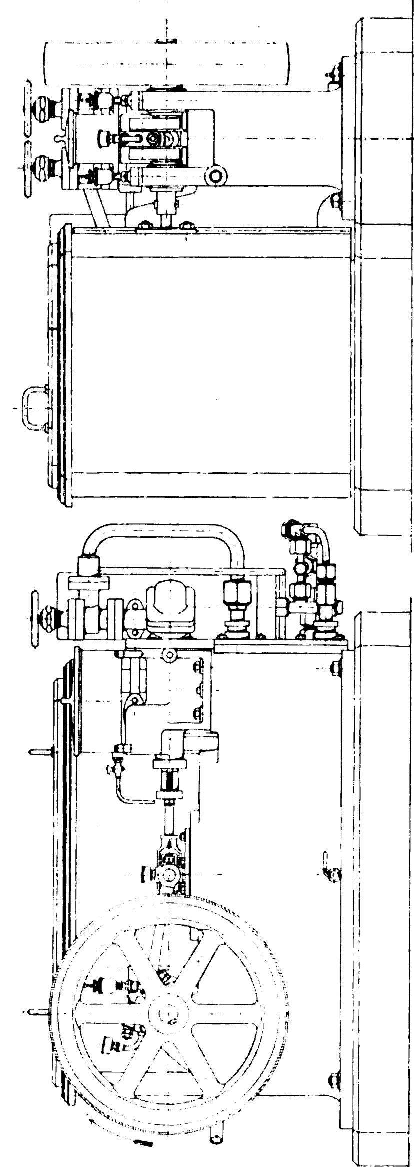
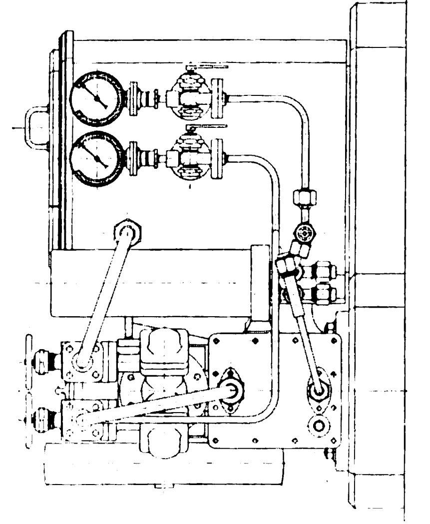


Fig. 15.

Gefrierwasserdestillierapparat.

für Haushaltungszwecke wird als besonderer Vorteil angegeben, dass infolge der Einfachheit der Anordnung die Bedienung derselben durch einen gewöhnlichen Arbeiter erfolgen kann und die Aufstellung sowie Inbetriebsetzung gleichfalls in einfachster Weise ohne besondere Monteure möglich ist.





In der belgischen Abteilung war eine im Betrieb befindliche Kühlmaschine der Maschinenfabrik *B. Lebrun* in Nimy auffallend. Dieselbe gehörte zu den bemerkenswertesten unter den zahlreich ausgestellten Kühlmaschinen und zeichnet sich nicht nur durch exakte Ausführung, sondern auch durch einige interessante Neuerungen in der Konstruktion aus, welche in den beiden Durchschnittszeichnungen (Fig. 19) näher ersichtlich sind. Der Kompressor dieser Anlage ist ähnlich den amerikanischen Modellen gebaut und besteht aus einer senkrechten Vase, in welcher sämtliche beweglichen Teile des Kompressors in Oel eingebettet erscheinen, und die zu beiden Seiten wagerechte Cylinderansätze trägt. An diesen beiden Cylindern sind je vier Rippen angegossen, welche dazu dienen, die entstandene Kompressionswärme teilweise abzuleiten. Die beiden in diesen Cylindern sich bewegenden Kompressorkolben sind durch eine Kurbelschleife fest miteinander verbunden. Die Cylinder haben nachstehende Dimensionen: 135 mm Durchmesser, 270 mm Hub und 120 Touren in der Minute. Die Anlage ist für eine Erzeugung von 250 kg Eis pro Stunde eingerichtet, und wird durch einen elektrischen Motor angetrieben. Der dazu gehörige Kondensator, welcher neben dem Kompressor angeordnet ist, besteht aus 23 Kühlröhren von je 3 m Länge, die durch entsprechend angeordnete Kniestücke zu einem einzigen Röhrensystem vereinigt sind. In diesem Kühler wird das Ammoniak verflüssigt, und in einem cylindrischen, horizontal angeordneten Ammoniaksammler von etwa 40 l Inhalt aufgefangen, und dann dem Verdampfer zugeführt. Der Verdampfer ist bei dieser Anlage für direkte Expansion des Ammoniak eingerichtet, indem über denselben mittels eines Ventilators Luft geblasen wird. Die auf diese Weise abgekühlte Luft wird teilweise zur Kühlung einer mit dieser Anlage in Verbindung stehenden Hopfenkühlkammer verwendet, der andere Teil dient zur Kühlung der Bierkeller der unmittelbar vor diesem Pavillon etablierten Kosthalle.

Eine Kühlmaschine des gleichen Systems war auch von der französischen Maschinenfabrik *Roussel & Duponchelle* in der französischen Abteilung vorgeführt.

Ein in der Abteilung für deutsche Ingenieurwerke (Gruppe VI, Klasse 29, Champ de Mars) von der *Gesellschaft für Linde's Eismaschinen* ausgestelltes *Modell*, welches auf speziellen Wunsch der französischen Ausstellungsleitung aber auch unter der Klasse 55 figuriert, trägt im Kataloge folgende Bezeichnung:

„Modell der Einrichtungen zur Erzeugung und Verwendung der Kälte für die Zwecke der untergärigen Bierbrauerei, der Eisfabrikation und der Konservierung von Fleisch und anderen Lebensmitteln in Kühl- und Gefrierräumen, wie solche von der Ausstellerin in die Industrie eingeführt worden sind, und für die Kältetechnik typische Bedeutung erlangt haben."

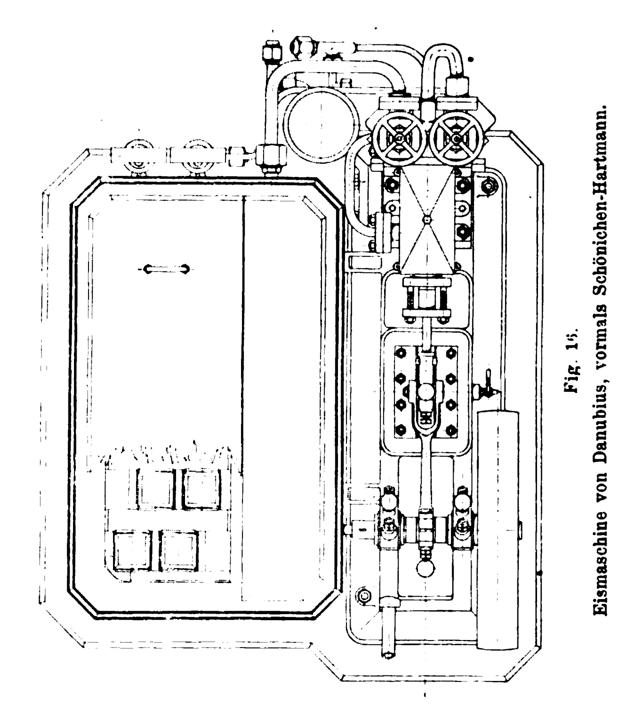


Fig. 18.
Eismaschine von Danubius, vormals Schönichen-Hartmann.

Das Modell selbst ist im Massstabe 1 : 20 der Naturgrösse ausgeführt und weist folgende Dimensionen auf: Länge 6 m, Breite 2,05 m, maximale Höhe 2 m, und wird durch die auf S. 796 wiedergegebene *Photographie* (Fig. 20) in allen Teilen genau veranschaulicht.

Die mechanische Energie zum Betriebe der ganzen, durch das fragliche Modell dargestellten Kälteerzeugungs- und Verwendungsanlage wird in den Dampfkesseln eines der Vollständigkeit halber ebenfalls mit veranschaulichten *Kesselhauses* erzeugt. Unmittelbar neben diesen befindet sich der eigentliche *Maschinenraum*, in welchem eine Zweicylinder-Hochdruckdampfmaschine mit Präzisionsventilsteuerung versehen, nach dem Compoundsystem und in Tandemanordnung gebaut und mit Einspritzkondensation arbeitend, aufgestellt ist, welche direkt an die Hauptwelle des Doppelkompressors einer Ammoniak-Kompressionskältemaschine, System *Linde* — erste Ausführung in der *Spatenbrauerei München* 1874 —, gekuppelt erscheint, und welche Dampfmaschine mittels Seile auf dem Schwungrade ausserdem noch Energie an zwei an beiden Stirnwänden des Maschinenraumes befestigten Vorgelege für den Antrieb von Apparaten und Dynamomaschine abgibt.

Der Ammoniakkondensator der vorerwähnten Kältemaschine ist als Berieselungskondensator ausgeführt — erster Apparat dieser Art zuerst in der Anlage *Löwenbräu*

München im Jahre 1892 aufgestellt — und ist oberhalb der Maschinenhausdecke, auf I-Trägern ruhend, aufgestellt, während der Salzwasserkühler (wenigstens ein guter Teil desselben) in einem oberirdischen Raume des neben dem Maschinenlokal gelegenen Gebäudes untergebracht ist.

Die im letzterwähnten Apparat gekühlte Sole wird mittels einer Rotationspumpe in die Röhrenluftkühlapparate der in demselben Gebäude gelegenen *Lager- und Gärkeller für Bier* gefördert, von welchen sie nach einer gewissen Erwärmung in den Salzwasserkühler zurückfliesst, um dort wieder abgekühlt und von neuem in Zirkulation durch die Luftkühlapparate gebracht zu werden.

Dieses nun allgemein angewandte und typisch gewordene System der Luftkühlung in Lager- und Gärkellern von Bierbrauereien wurde von der *Gesellschaft Linde* eingeführt. Die erste Ausführung einer solchen Gärkellerkühlung erfolgte im Jahre 1880 in *Heineken's Bierbrauerei* in Rotterdam, die erste Ausführung einer solchen Lagerkellerkühlung im Jahre 1881 in der *Dortmunder Aktienbrauerei* und der *Overbeck*'schen (jetzigen *Löwen-*) *Brauerei* in Dortmund.

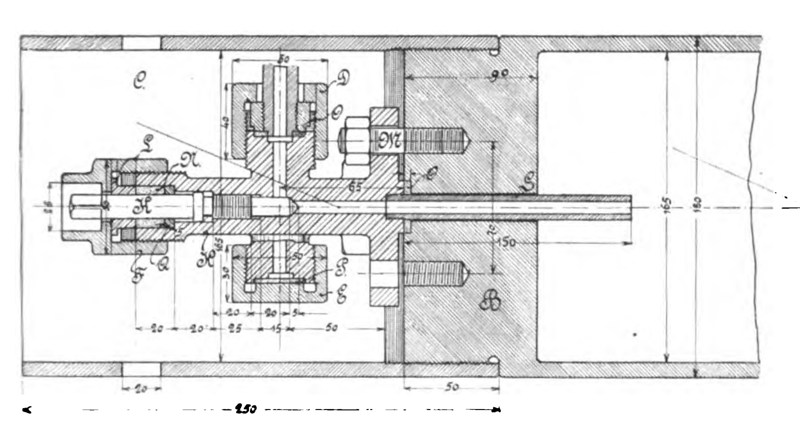
Fig. 17. Generator von Danubius, vormals Schönichen-Hartmann.

Neben der einen Abteilung des unterirdischen Lagerkellers befindet sich ein ebenfalls unterirdischer Raum, der zur *Konservierung von Hopfen*, welch letzterer dort in einfachen Ballen lagert, dient. Die Kühlung dieses Kellers geschieht durch einen im darüberliegenden Lokal aufgestellten Apparat, bestehend aus gusseisernen Rippenrohren, durch welche kalte Sole zirkuliert und durch welchen



Apparat mittels eines Blackman-Ventilators die aus dem Hopfenkeller abgesaugte Luft gedrückt wird, um nach Passierung derselben, wobei eine Abkühlung und Trocknung der Luft stattfindet, wieder in den Hopfenraum einzuströmen. Die Verteilung der kalten und Sammlung der erwärmten Luft im Keller selbst besorgt ein Netz von Blechkanälen, welche an der Decke befestigt sind.

Auch diese Hopfenlagerraumkühlung ist zuerst durch die *Gesellschaft Linde* in der von ihr eingerichteten *Lagerbierbrauerei Tottenham* (England) eingeführt worden.



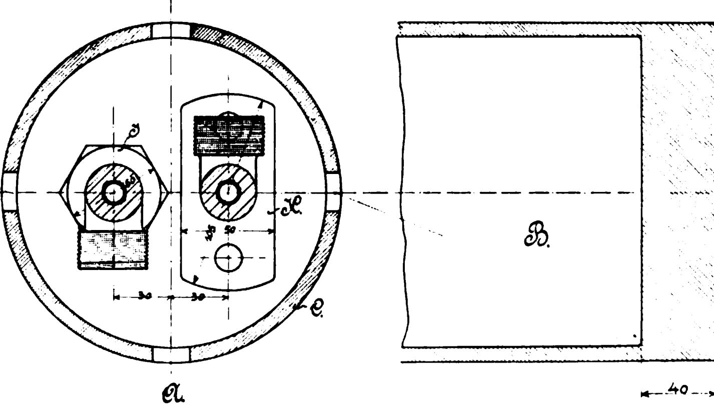


Fig. 18.

Ammoniaksammelgefäss von Danubius, vormals Schönichen-Hartmann.

Ueber dem Salzwasserkühler ist ein direkter, mit Ammoniakverdampferspirale versehener Süsswasserkühler aufgestellt, welchem die Aufgabe zufällt, sowohl die *Bierwürze*, welche nach Verlassen des unmittelbar unter dem Dache gelegenen Kühlschiffs durch den Würzekühler strömt, bis auf etwa 5° C. weiterzukühlen, als auch die *Taschenschwimmer in den Gärbottichen* der Gärkeller kontinuierlich mit kaltem Süsswasser zu versorgen.

Auch diese ebenfalls typisch gewordene Art der mechanischen Kühlung von Würze und Gärbottichen wurde durch die *Gesellschaft Linde* in die Brauereien eingeführt, und von ihr zum erstenmal in der *Spatenbrauerei München* im Jahre 1876 angewendet.

Das Süsswasser wird im besagten direkten Süsswasserkühler gekühlt, dann in gewissen Zeitintervallen mittels einer Zentrifugalpumpe in das unmittelbar unter dem Dache aufgestellte Kaltwasserreservoir gefördert, von welch letzterem dasselbe teils nach dem etwas tiefer gelegenen Bierwürzekühler und teils nach den Gärbottichkühlern frei fliesst, um schliesslich sich in das neben dem Salzwasserkühler aufgestellte Reservoir für rücklaufendes Wasser zu sammeln, von welchem dasselbe dann durch die Zentrifugalpumpe wieder in den Kühler gehoben wird, um den Kreislauf somit von neuem zu beginnen.

Auf der anderen, dem Apparaten- und Bierkellerhause entgegengesetzten Seite des eigentlichen Maschinenraumes ist in einem dicht an diesen anschliessenden Hause die *Eisfabrikationseinrichtung* nebst unmittelbar darunterliegendem *Eismagazin* untergebracht. Es ist da ein grösserer, kompletter, dreireihiger Trübeisgenerator in Verbindung mit einem Solekühler ersichtlich, der mit allen zum Betriebe und zur Bedienung desselben erforderlichen Apparaten, wie Füllapparat, Vorschubmechanismus für Riemenbetrieb neuester, eigener Konstruktion, Auftaugefäss mit eingebauter Dampfspirale, Kippvorrichtung, Transmissionsseillaufkran zum reihenweisen Heben, Senken und Transportieren der Eiszellen versehen ist. Der im Blechkasten des Eisgenerators untergebrachte Solekühler ist ferner mit Zirkulationsflügeln und rotierenden, in der Brauerei *Guinnes Son & Co.* in Dublin 1892 zuerst eingeführten Ammoniakverteilungsapparaten nach D. R. P. Nr. 65968 ausgerüstet. (Die ersten Ausführungen grosser Eisfabriken erfolgten durch die *Linde-Gesellschaft* in Triest 1878, Barmen 1880 etc., deren typische Bauart sich im wesentlichen bis heute erhalten hat.)

In einem besonderen Gebäude neben der Eisfabrik erblickt man ein modernes zweistöckiges *Kühlhaus zur Konservierung von Fleisch*, eine Einrichtung, wie solche von der *Linde-Gesellschaft* in Hunderten von städtischen und privaten Schlachthöfen in Europa und in überseeischen Ländern eingerichtet worden sind, bestimmt ist.

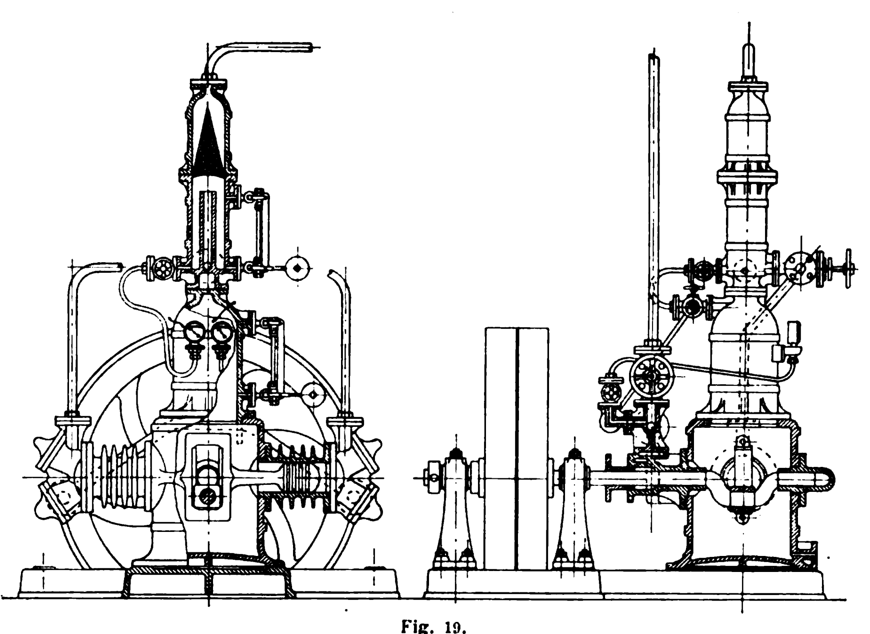


Fig. 19.

Kühlmaschine, System Lebrun.

In dem durch das Modell dargestellten Kühlhaus wird die Luft der beiden Hallen mittels eines Ventilators durch Holzkanäle angesaugt, durch rotierende, von kaltem Salzwasser benetzte Scheibenapparate, welche in einen gemeinsamen, gut isolierten Kasten eingebaut sind, gedrückt (erste

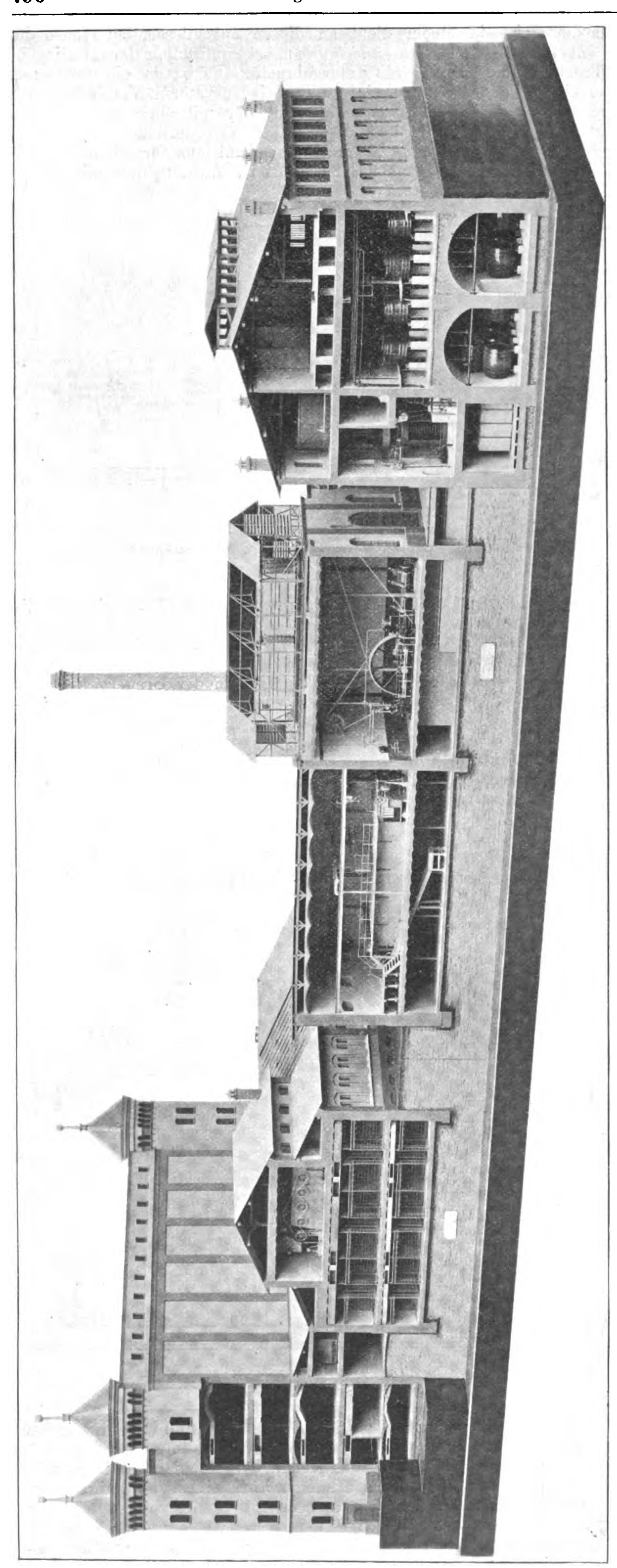


Fig. 20. Modell von einer Kühlanlage System Linde.

Ausführung dieser Art im städtischen Schlachthof Würzburg im Jahre 1890) und durch ein zweites Netz von Holzkanälen in die beiden Hallen verteilt. Hierbei wird die verbrauchte Luft wieder gekühlt, getrocknet und gereinigt. Durch kontinuierliches Einblasen von frischer Aussenluft in die Hallen, welche Luft jedoch vor Eintritt in die letzteren, behufs Vorkühlung einen eigens vorgesehenen Wärmeaustauschapparat passiert, wird für hinreichende Erneuerung der Kühlhausluft gesorgt.

In England und in überseeischen Ländern sind gerade die rotierenden Scheibenapparate zur Luftkühlung für Fleischräume ausserordentlich beliebt geworden, und als „Linde-Discsystem“ bekannt.

Neben dem vorerwähnten Kühlhause befindet sich ein zweites sechsstöckiges Kühlhaus zur *Konservierung diverser Lebensmittel* (erste Anlage System *Linde* in Antwerpen 1886), bei welcher Anlage die Luft der einzelnen übereinanderliegenden Hallen nicht wie bei der zuvor beschriebenen Fleischkonservierungsanlage durch Salzwasser, sondern direkt durch Systeme von an den Decken der Räume selbst befestigten Ammoniakverdampferspiralen mit aufgesetzten, zweiteiligen, gusseisernen Kühlkörpern gekühlt wird. Zur Vorkühlung der benötigten frischen Aussenluft und zur Trocknung und Reinigung der Hallenluft ist in einem besonderen Raum unmittelbar neben der Halle in der dritten Etage ein direkter Luftkühlapparat, bestehend aus einer Batterie von Ammoniakverdampferrohrschlangen, durch welche sowohl die frische Aussenluft, als auch die von den Hallen durch Holzkanäle angesaugte feuchte und unreine Luft mittels eines Ventilators gedrückt wird, um nach Passierung desselben wieder in die verschiedenen Hallen einzutreten, in welchen die Luft durch an den Decken der Räume befestigte Druckkanäle aus Holz zweckentsprechend verteilt wird.

Eine bemerkenswerte Neuerung zeigte die von der *Société generoise pour la construction d'instruments de physique* ausgestellte Eismaschine; dieselbe ist für eine stündliche Erzeugung von 200 kg Eis bestimmt und weicht in ihrer Anordnung von den üblichen Konstruktionen wenig ab. Der Eisgenerator, in den Dimensionen

$$5,3 \text{ m} \times 2 \text{ m} \times 1,1 \text{ m}$$

ausgeführt, enthält 11 Reihen zu je neun Zellen à 20 kg Eis, und besitzt eine neue sehr zweckmässige Konstruktion der Rüttelvorrichtung für die Herstellung von Krystalleis. Um nämlich das Einfrieren der einzelnen Rüttelstäbe zu verhindern, sind diese neun hohlen Rüttelstäbe auf je einem gemeinsamen Rahmen montiert, und werden diese Rahmen beim jedesmaligen Verschieben der Zellen auf zwei geneigten Schienen derartig gehoben, dass die Rührstäbe immer höher aus den Zellen gezogen werden, und am Ende des Generators angelangt, fast gänzlich aus den Zellen gehoben erscheinen, so dass die Stäbe nicht einfrieren können, und das Eis keinen trüben Kern enthält, sondern auch in der Mitte ganz klar bleibt. Das Verschieben und Ausheben der Zellen erfolgt durch einen elektrisch angetriebenen Kran.

Die Regulierung von Dampfmaschinen für verschiedene Zwecke.

Von **Willibald Trinks**, Philadelphia, Pa., U. S. A.

(Fortsetzung von S. 773 d. Bd.)

Regulierung von Dampfmaschinen für Wechselstrombetrieb.

Es ist in neuerer Zeit mehrfach hervorgehoben worden, dass der Betrieb von Wechsel- und Drehstrommaschinen fast unerfüllbare Anforderungen an die Regulierung der Dampfmaschinen stellte. Um zu entscheiden, wie weit diese Behauptung richtig ist, sollen im folgenden die zu stellenden Anforderungen, sowie die Mittel, denselben gerecht zu werden, untersucht werden.

Eine Wickelungsart, welche dem Compoundieren der Gleichstrommaschinen entspricht und eine bei allen Belastungen gleichbleibende Klemmenspannung erzeugt, wäre

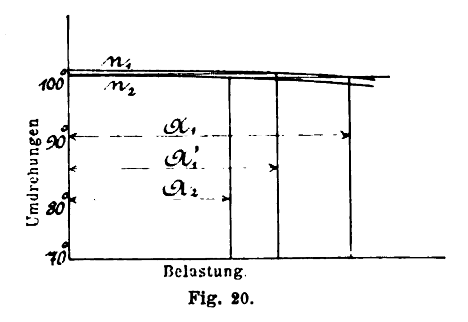


Fig. 20.

bei Wechselstrommaschinen sehr wünschenswert. Die Ausführung solcher Wickelungen oder die Anwendung von Apparaten, welche den gleichen Zweck erreichen, ist aber mit bedeutenden Komplikationen verbunden und wird daher die Regulierung der Spannung fast ausnahmslos dem Schaltbrettwärter überlassen.

Nun macht sich sowohl bei den Einphasen- als auch ganz besonders bei den Mehrphasenmaschinen die Rückwirkung der im Anker fliessenden Ströme auf das magnetische Feld durch eine erhebliche Schwächung und Verzerrung des Feldes geltend. Die Folge davon ist, dass die Maschinenspannung mit wachsender Belastung (besonders bei Belastung durch Motoren) sinkt, und zwar beträgt der Spannungsverlust infolge Ankerrückwirkung selbst bei guten Generatoren etwa 5 %. Dazu kommen etwa 3 % Spannungsverlust in den Leitungen und Transformatoren, so dass die Summe ungefähr 8 % beträgt. Hierzu tritt aber weiter noch der Spannungsverlust infolge Abfalles der Umdrehungszahl, d. h. infolge des Ungleichförmigkeitsgrades des Regulators. Beträgt derselbe 1 % oder 2 %, so beläuft sich der Gesamtspannungsabfall auf 9 % bezw. 10 %. Daraus folgt: Durch Verdoppelung des Ungleichförmigkeitsgrades δ von 1 % auf 2 % wird der Gesamtspannungsabfall nur um etwa $^1/_{10}$ geändert.

I II Arbeits-Widerstand.

Fig. 21.

Ob demnach δ 0 % oder 3 % beträgt, macht kaum etwas aus; es bleibt in beiden Fällen ein bedeutender Betrag von verlorener Spannung durch den Feldzusatzwiderstand auszugleichen. Daher ist es vollständig zwecklos, δ unter 2 % bringen zu wollen. Weiter beachte man, dass bei zu kleinem δ sowohl (wie schon erwähnt) bei plötzlichen Belastungsänderungen, als auch bei Parallelbetrieb Schwierigkeiten entstehen, wie sich aus folgendem ergibt.

In Fig. 20 stellen n_1 und n_2 für verschiedene Belastungen den Verlauf der Umdrehungszahlen zweier Maschinen vor, wenn sie getrennt laufen. Wenn dieselben parallel laufen, so zwingen sie sich gegenseitig (wie weiter unten gezeigt werden wird), dieselbe Umdrehungszahl einzuhalten. Die Verteilung der Arbeit zwischen beiden Maschinen bei verschiedenen Belastungen ergibt sich dann durch die Schnittpunkte der n_1- und n_2-Kurven mit Parallelen zur Abscissenachse, beispielsweise zu A_2 und A_1, oder zu O und A_1. Um mit Rücksicht auf Dampfverbrauch gleiche Arbeitsverteilung zu erzielen, muss der Regulator der n_2-Maschine so lange belastet oder derjenige der n_1-Maschine so lange entlastet werden, bis die Kurven n_1 und n_2 zusammenfallen. Es ist ohne weiteres ersichtlich, dass zur Erzielung dieses Zweckes die Einstellung der Regulatorbelastung um so genauer und subtiler erfolgen muss, je kleiner δ ist, und dass sich ferner bei zu kleinem δ geringe Unterschiede in der Form der n_1- und n_2-Kurve dadurch unangenehm geltend machen, dass die Arbeiten zwar bei einer Belastung, z. B. Normallast, gleich verteilt sind, aber bei steigender Belastung die Arbeit der einen Maschine kaum noch wächst, während die andere Maschine mit Vollfüllung arbeitet. Das ist unausbleiblich mit Dampfverschwendung verbunden. Die Ungleichheit lässt sich zwar durch Aenderung der Regulatorbelastung oder der Felderregung beseitigen, beansprucht aber dadurch die schon genugsam in Anspruch genommene Aufmerksamkeit des Schaltbrettwärters noch mehr.

Endlich hat die Grösse des Ungleichförmigkeitsgrades δ, wenn auch nur indirekt, Einfluss auf ein leichtes Parallelschalten der Wechselstrommaschinen. Da aber ausser δ noch andere Eigenschaften der Regulatoren, sowie Schwungmassen, Drehmoment, Steuerung u. s. w. das Parallellaufen beeinflussen, so hält es Verfasser für angebracht, die Frage des Parallellaufens im Zusammenhange zu behandeln, um dadurch zur Klärung der über diesen Abschnitt des Maschinenbaues vielfach noch etwas verworrenen Ansichten beizutragen.

In Fig 21 stellen I und II parallel laufende Wechselstrommaschinen vor und zwar der Uebersichtlichkeit wegen Einphasenmaschinen. Die Spannungen der beiden Maschinen fechten gegeneinander, weil jede von beiden bestrebt ist, ihre Spannung auf dem kürzesten Wege, das ist durch die andere Maschine auszugleichen. Sind die Spannungen I und II gleich, und befinden sich die Maschinen in gleicher Phase, so zirkuliert in dem Stromkreise $I\,II$ kein in sich geschlossener Strom, sondern der ganze Strom i_I und i_{II} fliesst gemeinschaftlich durch den Arbeitswiderstand. Macht man von der schematischen Darstellung Gebrauch, nach welcher sich Spannungen und Ströme durch Vektoren darstellen und in Spannungs- bezw. Stromparallelogrammen zusammensetzen lassen, so ist obiger

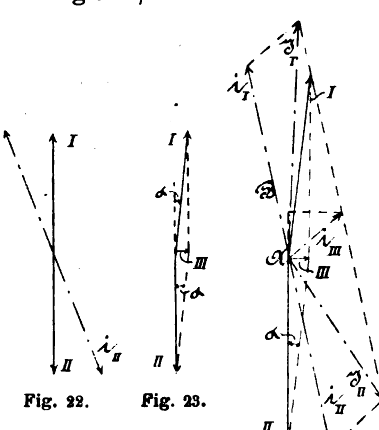


Fig. 22. Fig. 23. Fig. 24.

Fall durch die sehr einfache Fig. 22 dargestellt. Eilt aber eine der Maschinen, z. B. I vor, so entsteht eine resultierende Spannung III (Fig. 23), welche in dem Kreise $I\,II$ Strom treibt. Derselbe hängt in Stärke und Phase von der Selbstinduktion s und dem Ankerwiderstande w der Maschinen ab. Er sei beispielsweise i_{III} in Fig. 24. Nun stellt in der Elektromechanik Spannung $\times$ Projektion des Stromes auf die Spannungsrichtung die geleistete Arbeit dar, ähnlich wie in der allgemeinen Mechanik Kraft $\times$ Projektion des Weges auf die Kraftrichtung. Die Projektion $A\,B$ ist der Spannung II entgegengesetzt; demnach wird die Arbeit der Maschine II um den Wert Spannung $II \times$ Strom $A\,B$



vermindert und die Arbeit der Maschine I um (nahezu) denselben Wert erhöht. Die voreilende Maschine wird zurückgehalten, die zurückbleibende wird beschleunigt, die Maschinen halten sich somit in gleicher Phase. Dasselbe Ergebnis erhält man durch Zusammensetzen des Stromes i_{III} mit den Strömen i_I und i_{II}, welche vor der gegenseitigen Geschwindigkeitsänderung in den Maschinen flossen, zu den Strömen J_I und J_{II}. Die Fig. 18 zeigt, dass die Arbeit der Maschine I infolge des vergrösserten Stromes und der verkleinerten Phasenverschiebung bedeutend vergrössert ist, während die Maschine II aus den umgekehrten Gründen entlastet wird. Die Arbeitsverteilung und damit die zusammenhaltende Kraft wird etwas beeinflusst durch die infolge Ankerrückwirkung eintretende Spannungsänderung, jedoch ist dieser Einfluss nicht so wesentlich und würde die genaue Erörterung desselben hier zu weit führen. Aus dem Mitgeteilten geht hervor, dass Wechsel- und Drehstrommaschinen im Parallellaufe das Bestreben haben, sich gegenseitig zu kontrollieren und in Phase zu bleiben, ja sogar, falls sie nicht ganz in Phase sind, sich gegenseitig in Phasengleichheit zu ziehen. Nachdem dieses erwiesen ist, kann es kaum einem Zweifel unterliegen, dass alle Schwierigkeiten beim Parallelschalten nur von der Antriebsmaschine herrühren. Ferner zeigt die Thatsache, dass Turbinen ein fast ideales Parallellaufen und -schalten ermöglichen, dass die sich ergebenden Schwierigkeiten aus Schwankungen der Winkelgeschwindigkeit hervorgehen. Es kommt demnach darauf an, die Dampfmaschinen so gleichförmig als möglich laufen zu lassen. Das beliebteste Mittel zur Erzielung grosser Gleichförmigkeit ist (wenigstens im Bau stationärer Maschinen) Schwungmasse. Dieselbe bietet in der That einen Vorteil, denn sie bestimmt den grössten Wert des Winkels α in den Diagrammen Fig. 23 und 24. Macht man dann den Winkel α so klein, dass der entstehende resultierende Strom J_I keinen Schaden anrichten kann, so können die Maschinen ohne Gefahr zusammenlaufen. Die infolge der Dampfexpansion entstehenden Schwungradschwingungen durchlaufen einen vollständigen Cyklus in höchstens einer halben Maschinenumdrehung, so dass der Zusatzstrom niemals Gelegenheit findet, länger als $^1/_4$ Umdrehung zu wirken.

In Deutschland ist es meist üblich, einen Ungleichförmigkeitsgrad γ des Schwungrades vorzuschreiben, beispielsweise 1:300. Aus dem Werte γ kann man nicht ohne weitere Zwischenrechnungen auf die Grösse der Ströme i_{III} in Fig. 24 schliessen. Einige Firmen dagegen geben die grösste zulässige Winkelvoreilung s des Schwungrades gegenüber einem mit gleichbleibender Umfangsgeschwindigkeit rotierenden idealen Schwungrade an. Multipliziert man diesen Wert s mit der Anzahl der Polpaare der Maschine, so erhält man den Voreilungswinkel, welcher in Fig. 23 und 24 mit α bezeichnet ist, unter der Voraussetzung, dass eine Maschine ideal gleichförmig rotiert. Da aber beide Maschinen ungleichförmig laufen, so kann α ungünstigstenfalls doppelt so gross werden. Der Winkel α bestimmt nun unmittelbar die Grösse und Phase des Stromes i_{III}, wenn Selbstinduktion und Ankerwiderstand der Generatoren bekannt sind. Die Angabe der Winkelvoreilung ist demnach für die Beurteilung der wirklichen Vorgänge in den Dynamomaschinen sehr bequem, aber die Berechnung der Schwungmasse aus der Winkelvoreilung erfordert mehr als doppelt so viel Zeit als die Berechnung mit Hilfe des Ungleichförmigkeitsgrades, weil aus dem Tangentialdruckdiagramm als Beschleunigungskurve durch stückweise Integration die Geschwindigkeitskurve und aus dieser wiederum nach demselben Verfahren die Verschiebungs- oder Wegkurve abzuleiten ist. (Eine Abkürzung dieses lästigen Verfahrens ist nicht möglich, jedoch kann man für überschlägliche Rechnungen folgendes benutzen:

$\alpha_1{}^0 = 20$ bis $22\,p\,\gamma$ für Zweikurbelmaschinen,

$\alpha_1{}^0 = 16$ bis $18\,p\,\gamma$ für Dreikurbelmaschinen,

hierin ist p die Anzahl der Pole, γ der Ungleichförmigkeitsgrad des Schwungrades, z. B. $\frac{1}{350}$, α_1 die relative Schwingungsweite des Schwungrades gegenüber dem ideal gleichförmig rotierenden Rade, ausgedrückt in Graden einer Periode. [Eine Periode entspricht dem Abstand von Mitte Nordpol bis Mitte Nordpol, oder 360°.] Die höheren Koeffizienten sind zu benutzen bei ungleicher Verteilung der Arbeit und Massen über die verschiedenen Cylinder, die kleineren Koeffizienten bei gleicher Arbeits- und Massenverteilung. Da das Schwungrad gegen das ideale Schwungrad um ungefähr $\frac{\alpha_1{}^0}{2}$ zurückbleibt und voreilt, so wird die grösste gegenseitige Verschiebung beim Zusammenlaufen zweier Maschinen $\alpha_1{}^0$ betragen, so dass die Spannung III, welche die Extraströme hervorruft, sich berechnet zu

$$III = I\,tg\,\alpha_1.)$$

Ist beispielsweise $\alpha_1{}^0 = 3^0$ gegeben, und besitzt die Dynamomaschine 60 Pole, so kann man für eine Dreikurbelmaschine im günstigsten Falle mit einem Ungleichförmigkeitsgrad $\gamma = \frac{3}{16 \cdot 60} = \frac{1}{320}$ auskommen, muss aber bei ungünstiger Massen- und Arbeitsverteilung bis zu $\gamma = \frac{3}{18 \cdot 60} = \frac{1}{360}$ ausführen.

Die *General Electric Co.*, Schenectady, N. Y., hat den Winkel α auf 2,5 % festgesetzt; dem entspricht bei einer 20poligen Maschine eine Winkelverschiebung des Schwungrades von $s = \frac{2,5}{\frac{1}{2} \cdot 20} = 0,25^0$ und bei einer 50poligen Maschine $s = 0,1^0$.

Da vielpolige Maschinen auch immer langsam laufende Maschinen sind, so folgt, dass man bei solchen sehr grosse Schwungmassen benötigen wird, um den geforderten kleinen Wert von α einzuhalten. Wenn auch die grossen langsam laufenden Maschinen sowohl elektrisch als auch in Bezug auf die Dampfmaschine gewisse Vorteile bieten, so kommt doch bei geringer Umdrehungszahl das aus dem Winkel α berechnete Schwungradgewicht an die Grenze der Ausführbarkeit, falls man sich nicht dazu entschliesst, ein gleichmässiges Drehmoment durch Mehrkurbelmaschinen herbeizuführen. Dieselben sind Tandemmaschinen mit schwerem Schwungrade entschieden vorzuziehen, denn wenn auch der Winkel α (in Fig. 24) in beiden Maschinengattungen gleich ist, so sind doch die Vorgänge in den Generatoren verschieden. Die Korrektions- oder Extraströme i_{III} ziehen Maschinen mit kleinen Schwungmassen viel leichter in Phase, als solche mit grossen Schwungmassen.

Das zeigt die Kehrseite der Medaille. So vorteilhaft Schwungmassen auf der einen Seite sind, so gefährlich können sie auf der anderen Seite werden. Die Wirkung der Extraströme i_{III} ist immer das Hineinziehen der Maschinen in gleiche Phase. Dazu gehört Beschleunigung und Verzögerung, welcher sich die Masse des Schwungrades entgegensetzt. Nun bestimmt zwar im normalen Betrieb die Grösse der Schwungmassen durch Festlegung des Winkels α die Grösse der Ströme i_{III}, aber es treten Gelegenheiten ein, wo sich weit grössere Extraströme bilden. Eine solche Gelegenheit bietet das plötzliche Aufziehen dunkler Wolken, welches, da Wechselstrommaschinen häufig vom Verbrauchsorte des Stromes weit entfernt liegen, im Maschinenhause nur durch rapides Anwachsen der Belastung erkennbar ist. Dann muss in kürzester Zeit parallel geschaltet und synchronisiert werden mit Maschinen, deren Umdrehungszahl sich infolge wachsender Belastung fortwährend ändert. Dann werden die Maschinen infolge der kurzen Zeit zusammengeschaltet, ohne genau in Phase zu sein, und dann wehe der Maschine mit zu grossen Schwungmassen. Die Extraströme beeinflussen hier nicht nur den elektrischen Teil durch übermässige Erhitzung der Anker, sondern rufen auch gefährliche Spannungen und Stösse in den Armen der Dynamomaschine und des Schwungrades, sowie auch in dem Wellenstück zwischen diesen beiden hervor.

Hier tritt der Vorteil der Mehrkurbelmaschinen mit geringen Schwungmassen und noch mehr der Turbinen hervor, welche sich mit wunderbarer Leichtigkeit in Phase ziehen; diese Ueberlegung zeigt auch, warum Gasmaschinen zum Antrieb grosser Wechselstrombetriebe wenig Hoffnung auf Erfolg haben. Die Schwierigkeit für den Dampfmaschinenbau liegt darin, Mehrkurbelmaschinen mit ge-

ringen Schwungmassen zu bauen, welche auch bei plötzlichen Belastungsänderungen ein brauchbares Benehmen aufweisen. Von dem Standpunkte der Regulierung aus sind demnach drei unter 120° gekuppelte Tandemmaschinen als das Ideal zu betrachten, weil sie bei allen Belastungen ein gleichmässiges Drehmoment ergeben und schnell durchregulieren. Leider ist in Bezug auf Dampfverbrauch diese Anordnung nur unter Anwendung überhitzten Dampfes konkurrenzfähig, was die Benutzung derselben einigermassen erschwert.

Beim Parallelschalten läuft eine Maschine leer. Da es, wie vorher gezeigt, auf möglichst gleichbleibende Winkelgeschwindigkeit ankommt, so ist darauf zu achten, dass dieselbe auch bei Leerlauf so gleichmässig als möglich ist, was sich durch entsprechende Regulierung aller, nicht nur der Hochdruckcylinder erreichen lässt (vgl. Fig. 25), welches ein Leerlaufsdiagramm mit Regulierung nur am Hochdruckcylinder darstellt und das entsprechende Diagramm Fig. 26 für Regulierung an beiden Cylindern. Die Fig. 25 und 26 sind zwar ideale Diagramme; jedoch stimmen dieselben in den wesentlichen Punkten der Arbeitsverteilung auf die Cylinder mit von laufenden Maschinen abgenommenen überein.

Die bisher behandelten Thatsachen lassen sich kurz dahin zusammenfassen, dass Dampfexpansion und Kurbeltrieb ein ungleichmässiges Drehmoment veranlassen, welches beim Parallelschalten und -laufen Synchronisierströme erzeugt, dass aber der grösste Wert dieser Ströme (unter der Annahme, dass die Maschinen wirklich in gleicher Phase zusammengeschaltet werden) durch die Schwungmasse bestimmt und berechnet werden kann und dass endlich diese Ströme im normalen Betrieb ziemlich harmloser Natur sind. Es möge ferner hervorgehoben werden, dass sich die Extraströme in Maschinen gleicher Umdrehungszahl noch bedeutend dadurch vermindern lassen, dass man die Maschinen auf gleiche oder um 180° versetzte Kurbelstellung bringt, weil dann die Schwingungen derselben immer in gleichem Sinne erfolgen, also die Relativschwingungen fast verschwinden.

Fig. 25.

Ungleichmässigkeiten im Drehmoment können aber noch durch andere Ursachen hervorgerufen werden, nämlich durch unrichtige Regulatorschwingungen. Die Wichtigkeit dieser ist schon bei der Besprechung des Gleichstrombetriebes betont worden, aber ihre Wirkung ist für Wechselstrombetrieb sehr viel unangenehmer als für Gleichstrombetrieb. Wenn eine Gleichstrommaschine infolge der erwähnten Schwingungen $1\frac{1}{2}°$ voreilt und die andere ebensoviel zurückbleibt, so hat das auf den Betrieb keinen irgendwie bemerkenswerten Einfluss, weil Extraströme bei parallel laufenden Gleichstrommaschinen nur durch einen Unterschied in der Spannung hervorgerufen werden und Winkelverschiebungen der Maschinen gegeneinander praktisch ohne Aenderung der Spannung entstehen können. Bei 30poligen Wechselstrommaschinen dagegen bedeutet die angegebene Winkelverschiebung eine Phasenverschiebung von $\frac{30}{2}\,(1\frac{1}{2} + 1\frac{1}{2}) = 45°$. Eine derartige Phasenverschiebung im Augenblick des Parallelschaltens verursacht aber (wovon man sich durch Anwendung des Diagramms Fig. 24 überzeugen kann) kolossale Extraströme, welche die Maschinen besonders bei Vorhandensein grosser Schwungmassen aufs äusserste gefährden und ein recht unliebsames, wenn auch imposantes Feuerwerk hervorrufen können.

Die in Rede stehenden Maschinenschwingungen entstehen, um dieselben noch einmal zu kennzeichnen, dadurch, dass der Regulator infolge der Steuerungsrückwirkung oder — besonders bei Steuerungen ohne Rückdruck, welche empfindliche Regulatoren erfordern — der Ungleichförmigkeit der Winkelgeschwindigkeit und des Regulatorantriebes in Schwingungen gerät und der Maschine abwechselnd zu viel und zu wenig Füllung gibt, was infolge Arbeitsüberschusses bezw. mangels Beschleunigung bezw. Verzögerung der Maschine zur Folge hat. Eine Vermehrung der Schwungmassen ist gegen diese Schwingungen fast wirkungslos. Sie vermindert zwar die Ausschlagsweite der Maschinenschwingung und damit die Stärke der Extraströme, verlängert aber in demselben Verhältnisse deren Zeitdauer infolge des Widerstandes, welchen die Massen der Beschleunigung durch die Extraströme entgegensetzen.

Wie gross in dem vorliegenden Falle der Winkel α in Fig. 23 und 24 wird, entzieht sich jeder Rechnung, was sofort einzusehen ist aus der grossen Zahl von Umständen, welche die Regulatorbewegung beeinflussen (vgl. S. 776). Die unrichtigen und unregelmässigen Regulatorschwingungen bilden den Hauptgrund für die Thatsache, dass bei einzelnen Maschinen das Parallelschalten manchmal anstandslos und glatt von statten geht, während es zu anderen Zeiten trotz gleicher Aufmerksamkeit der Maschinisten und Schaltbrettwärter durchaus nicht gehen will.

Die unregelmässigen Regulatorschwingungen lassen sich beseitigen durch Anpassung des Regulators an die Steuerung der Maschine; dazu gehört: richtige Wahl der Regulatormasse und Reibung, des Ungleichförmigkeitsgrades und der Regulatorbremsung.

Fig. 26.

Es gelten demnach auch hier die für Gleichstrombetrieb unter Punkt 3 und 4 aufgestellten Regeln. Was die Wahl von δ betrifft, so ist es schon mit Rücksicht auf die Sicherheit der Arbeitsverteilung auf die verschiedenen Maschinen nicht angebracht, unter 2 bis $2\frac{1}{2}$% zu gehen. Ausserdem ist Vorrichtung zur Einstellung von δ sehr wünschenswert.

Die Wichtigkeit richtiger Regulatorschwingungen (das sind solche, bei welchen der Regulator immer wieder nahezu in dieselbe Stellung zurückschwingt) ist auch auf dem Versuchswege von der *General Electric Co.* in Schenectady, N. Y., erkannt worden und hat *W. Emmet*, ein Ingenieur dieser Gesellschaft, ein Rundschreiben für den Gebrauch von Montageingenieuren verfasst, in dem folgender Passus enthalten ist: „Die Hauptschwierigkeit, welcher man beim Parallelbetrieb begegnet, besteht in Schwingungen der gegenseitigen Bewegung beider Maschinen, welche begleitet sind von periodischen Extraströmen (cross currents) und periodischen Aenderungen der Füllung in beiden Dampfmaschinen. Neuere Versuche haben uns bewiesen, dass diesen Schwierigkeiten in den meisten Fällen abgeholfen werden kann durch die einfache Anwendung von Oelbremsen, welche die Wirkung des Regulators genügend dämpfen. Diese Versuche haben auch gezeigt, dass diese Dämpfung unter gewöhnlichen Verhältnissen nicht so gross zu sein braucht, dass sie die Geschwindigkeitsregulierung ernstlich beeinträchtigt. Die Dauer dieser störenden Schwingungen scheint von Umständen abzuhängen, wie Schwungradwirkung, periodische Ungleichmässigkeiten der Dampfmaschinenkräfte (the period of engine impulses) und Synchronisierkraft der Dynamomaschinen (die auf S. 777 aufgeführten Regulatoreigenschaften nicht zu vergessen. Der Verf.). Die Grösse der für guten Parallelbetrieb notwendigen Dämpfung der Regulatoren muss von der Kombination dieser Wirkungen abhängen und ist infolgedessen schwierig vorher zu bestimmen. Bei Neuausführungen ist



es daher im allgemeinen wünschenswert, die Regulatoren durch Versuch einzustellen und sie sollten daher mit Oelbremsen von reichlicher Grösse ausgestattet werden, welche ohne weiteres auf jeden gewünschten Dämpfungsgrad eingestellt werden können."

Ungleichmässigkeiten im Drehmoment können ausser durch die Dampfexpansion in Verbindung mit den Eigentümlichkeiten des Kurbeltriebes und durch Regulatorschwingungen noch hervorgerufen werden durch die Steuerung selbst. Da beim Parallelschalten eine Maschine leerläuft, so muss auch die Steuerung so ausgebildet sein, dass sie das Einhalten einer festen Umdrehungszahl ohne Schwankungen bei Leerlauf ermöglicht. Dass die Forderung unveränderlicher Winkelgeschwindigkeit bei allen Maschinen für Leerlauf schwieriger zu erfüllen ist als für Belastung, geht aus folgendem hervor: Eine und dieselbe kleine Füllungsänderung ruft in der belasteten Maschine eine kleinere Aenderung der indizierten Arbeit hervor als in der leerlaufenden, wovon man sich durch Aufzeichnen von Diagrammen leicht überzeugen kann. Ferner verzehrt die belastete Maschine mehr Arbeit als die unbelastete (mit Ausnahme sehr schnelllaufender Maschinen), so dass eine Aenderung der Arbeit in der leerlaufenden Maschine grössere Geschwindigkeitsänderungen hervorruft als dieselbe Arbeitsänderung in der belasteten Maschine.

Die Steuerung muss demnach im stande sein, der Dampfmaschine auch beim Leerlauf die für jeden Hub notwendige und genügende kleine Dampfmenge mit grösster Regelmässigkeit zuzuteilen. Nun hat sich bei den meisten Ausklinksteuerungen herausgestellt, dass erstens die Wirkung der Ventilbuffer bei den für Leerlauf erforderlichen kleinen Ventilhüben (bezw. Schieberwegen) unsicher und unregelmässig wird und dass zweitens, namentlich nach Abnutzung der sich abrundenden arbeitenden Kanten, entweder Füllungen von 0 % erfolgen oder solche, welche für Leerlauf zu gross sind. Diese Steuerungseigenschaften äussern ihre Wirkung wiederum im Auftreten von Maschinenschwingungen, deren Gefährlichkeit für Parallelbetrieb schon genügend hervorgehoben worden ist. (Diese Thatsachen sind nach Mitteilungen der *Görlitzer Maschinenbau-Aktiengesellschaft* der Grund, weshalb diese Firma Dampfmaschinen für Wechselstrombetriebe nicht mit der einfacheren neuen Collmann-Ausklinksteuerung, sondern immer mit der alten zwangläufigen Collmann-Steuerung ausrüstet.) Ueber Vermehrung der Schwungmasse als Mittel gegen dieselben gilt das unter Regulatorschwingungen Erwähnte. Der sicherste Weg zur Abhilfe bleibt in solchen Fällen, die Steuerung so arbeiten zu lassen, wie sie bei Normalbelastung arbeitet. Zu dem Zweck ist das Absperrventil nur wenig zu öffnen, so dass starke Dampfdrosselung eintritt. Nach erfolgtem Parallelschalten erfolgt die Uebernahme von Arbeit von seiten der zugeschalteten Maschine nicht wie sonst durch Belasten des Regulators, sondern durch Oeffnen des Drosselventils. Obwohl dieser Weg sicher ist, führt er doch eine neue Komplikation ein, und ist es daher vorzuziehen, die Steuerung so auszubilden, dass sie auch an der leerlaufenden Maschine bei einem Hub genau so arbeitet wie beim vorhergehenden. Ein näheres Eingehen auf diesen Gegenstand würde den Rahmen der vorliegenden Abhandlung überschreiten.

Aus den obigen Ausführungen geht hervor, dass eine gute, allen Betriebsbedingungen genügende Regulierung nicht nur vom Regulator, sondern noch von vielen anderen Umständen abhängt. Wer sich daher aus den Preislisten einen „gleichförmigsten" oder einen „empfindlichsten" oder einen „reibungsfreien" Regulator oder einen Regulator von „grösster Verstellungskraft" oder von „höchster Regulierfähigkeit" oder von „unübertroffener Konstruktion" aussucht und dann glaubt, dass er denselben nur auf seine Maschine zu setzen brauche, um ohne weiteres eine vorzügliche Regulierung zu haben, der befindet sich im Irrtum. Vielmehr müssen Steuerung, Schwungmasse und Aufnehmerinhalte richtig ausgebildet sein und ausserdem muss der Regulator der Steuerung entsprechend ausgewählt, derselben angepasst und während des Betriebes sorgfältig eingestellt werden.

Während somit die Federregulatoren in vielen Fällen die zweckmässigste Regulierung liefern werden, so wird doch in anderen Fällen ein einfacher, aber richtig eingestellter Watt-Regulator einem nicht so gut eingestellten, wenn auch noch so modernen Federregulator vorzuziehen sein.

(Schluss folgt.)

Moderne Dampfkesselfeuerungen.

Von **O. Herre**, Ingenieur und Lehrer.

(Schluss von S. 780 d. Bd.)

Die in den Fig. 37 bis 39 dargestellte Halbgasfeuerung, System *Völcker*, ausgeführt von der Firma *Keilmann und Völcker* in Bernburg, ist eine Treppenrostfeuerung, bei welcher ebenfalls zuerst eine gründliche Entgasung erstrebt wird, worauf dann die Gase durch zweckmässige Führung im Feuerraum zur vollständigen Verbrennung gebracht werden.

Das Brennmaterial wird in dem oberhalb der Feuerung angebrachten Trichter A aufgegeben und beschickt von hier aus selbstthätig und gleichmässig den Rost. Die Feuerung ist in zwei Abteilungen geteilt, wobei der obere Teil mittels des stark geneigten Treppenrostes B und des verstellbaren oder auch fest eingemauerten, geschlitzten Wehres C die sogen. Schwälabteilung bildet. In dieser Abteilung wird die Kohle zum grossen Teile vergast. Das Brennmaterial schliesst am Wehr die erste Abteilung fast vollständig ab, so dass die entwickelten Gase ihren Weg durch die Spalten des Wehres nehmen müssen. Auf der anderen Seite des Wehres mischen sich die Gase mit vorgewärmter Oberluft, deren Menge durch eine Drosselklappe D im oberen Luftrohr geregelt werden kann.

Das Gas- und Luftgemisch nimmt nun seinen Weg entweder an dem zweiten Teile E des Rostes entlang, wobei es sich an den glühenden Kohlen entzündet und vollständig verbrennt, oder es tritt durch die Schlitze des zweiten festen Wehres F in die eigentliche Verbrennungskammer G, wo die dort herrschende Temperatur ebenfalls die Entzündung sichert.

Die Rostneigung kann durch Schrauben verändert und derart eingestellt werden, dass die Schichthöhe des Brennmaterials über dem Treppenrost überall eine zweckmässige ist, wodurch die Gasentwickelung sehr gleichmässig ausfällt und der Verbrennungsvorgang ein kontinuierlicher wird.

Bei richtiger Regelung der Luftzuführung arbeitet die Feuerung nicht nur sehr ökonomisch, sondern auch so gut wie rauchfrei.

Allerdings ist zu berücksichtigen, dass das bewegliche Wehr und die Stellvorrichtungen bei der herrschenden Hitze sehr empfindlich sein werden, und dass sie daher sehr sorgfältiger Herstellung benötigen, wenn die Lebensdauer und Funktionsfähigkeit dieser Teile keine zu beschränkte sein soll.

Durchschnittsanalysen ergaben in den Verbrennungsprodukten einen Kohlensäuregehalt von 16 % und darüber, wodurch der zweckmässige Verbrennungsvorgang in der Feuerung bestätigt wird.

Nachstehend folgt ein Bericht des Sächsischen Dampfkessel-Revisionsvereins über einen Verdampfungsversuch auf der Ausstellung in Leipzig an einem Dampfkessel der

Firma *Moritz Jahr* in Gera (Reuss), ausgerüstet mit einer *Halbgasfeuerung*, Patent *Völcker*, von *Keilmann und Völcker* in Bernburg.

Der Versuch wurde ausgeführt am 4. Oktober 1897.

Der Dampfkessel, von der Firma *Moritz Jahr* in Gera 1897 gebaut, ist ein Zweiflammrohrkessel mit darüber liegendem Heizrohrkessel, durch einen Stutzen miteinander verbunden. Unter- und Oberkessel haben je einen Dampfraum. Die höchste Betriebsspannung beträgt 9 at, die Heizfläche 150 qm, die Wasserspiegelfläche 15 qm. Vor dem Unterkessel ist eine Halbgasfeuerung, Patent *Völcker*, angeordnet mit 4,1 qm schräger Rostfläche. Das Verhältnis Rostfläche : Heizfläche ist demnach 1 : 27.

Das Brennmaterial war Meuselwitzer Braunkohle.

Zur Ausführung des Versuches wurden Speisewasser und Kohle gewogen und die Temperaturen der Gase am Schieber mittels Quecksilberthermometers gemessen. Die Dampfspannungen wurden alle 15 Minuten abgelesen. In denselben Zeitabschnitten wurden am Ende der Flammrohre Gasproben entnommen und deren Gehalt an Kohlensäure und Sauerstoff festgestellt. Von der verwendeten Kohle wurde eine Durchschnittsprobe gesammelt und deren Heizwert von Dr. *Langbein* in Leipzig kalorimetrisch bestimmt.

Fig. 37.

Fig. 38.

Halbgasfeuerung, System Völcker, von Keilmann und Völcker.

Die Ergebnisse des Versuchs sind folgende:

Versuchsdauer	$7^{40}/_{60}$	Std.
Kohlenverbrauch	8648	kg
„ stündlich	1128	„
„ „ auf 1 qm schräge Rostfläche	275	„
Wasserverbrauch	23553	„
„ stündlich	3072	„
Verdampfung stündlich auf 1 qm Heizfläche	20,5	„
„ „ „ 1 „ Wasserspiegelfläche	205	„

Dampfspannung	8,7 kg
Temperatur des Speisewassers	27,2° C.
„ der Luft im Kesselhause . . .	15,0° C.
„ „ Gase am Schieber	293,0° C.
Zugwirkung am Schieber, in Wassersäule . .	14,0 mm
Zusammensetzung der Gase am Flammrohrende:	
Kohlensäure	14,0 %
Sauerstoff	4,7 %
Stickstoff und unverbrannte Gase	81,3 %
1 kg Kohle verwandelt Wasser von 27,2° C. in Dampf von 8,7 at	2,72 kg

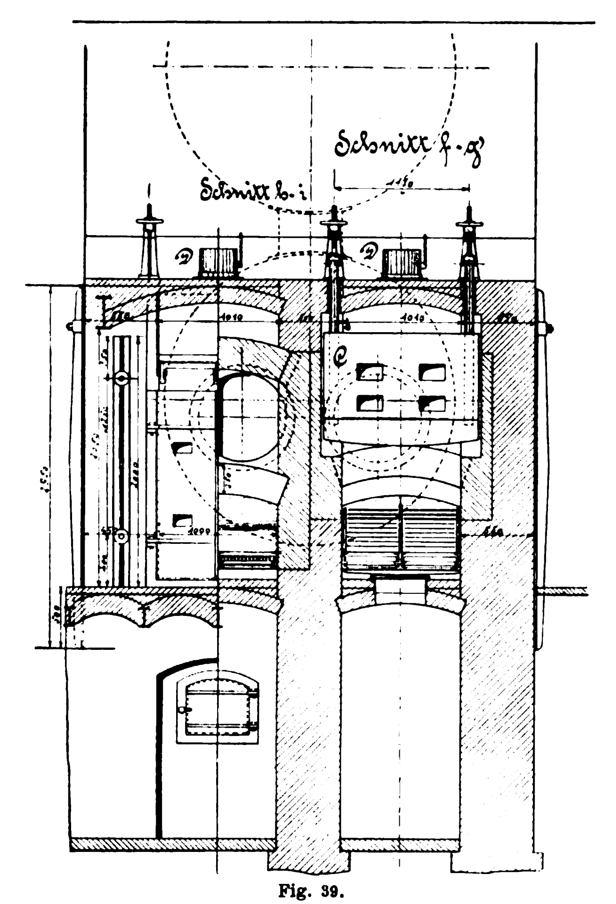


Fig. 39.
Halbgasfeuerung, System Völcker, von Keilmann und Völcker.

1 kg Kohle verwandelt Wasser von 0° in Dampf von 100° C.	2,70 kg
1 kg Kohle gibt an den Kessel ab	1723 W.-E.

Die Untersuchung der Kohle durch Dr. *Langbein* in Leipzig mittels Kalorimeter hatte einen Heizwert von 2417 W.-E. ergeben, bei einem Wassergehalt der Kohle von 54,39 %.

Die Nutzwirkung der Anlage berechnet sich hiernach zu *71,3* %, ein *gutes Ergebnis* bei der *starken Inanspruchnahme* des Kessels, dank der reichlich bemessenen Rostfläche und der guten Regulierung der Einführung sekundärer Verbrennungsluft während des Versuches.

Ein weiterer Versuch wurde von der *Gesellschaft zur Ueberwachung von Dampfkesseln zu M.-Gladbach* an der Kesselanlage der Spinnerei von *Gebr. Mühler und Co.* in Mühlfurt a. R. veranstaltet. Der Versuch fand am 15. August 1900 statt und erstreckte sich auf die folgenden, mit der Halbgasfeuerung von *Keilmann und Völcker* versehenen und mit Braunkohle gefeuerten Kessel:

1. Grosser Cornwall-Kessel von 110 qm wasserberührter Heizfläche.
2. Kleiner Cornwall-Kessel von 90 qm wasserberührter Heizfläche.
3. Steinmüller-Kessel von 104 qm wasserberührter Heizfläche.

Die Kessel Nr. I und III speisten die Betriebsmaschine, während der Dampf aus Kessel II anderweitig verwendet wurde.

Die Braunkohle wurde in Karren zu 160 kg auf einer Dezimalwage zugewogen, während die Wasserlieferung durch einen *Schmidt*'schen Wassermesser aufgezeichnet wurde.

Die Untersuchung der Braunkohle aus dem Kölner Braunkohlenrevier ergab einen Heizwert von 1958 Kal.

Die erzielten Resultate waren folgende:

Tabelle II.

		Kessel		
		Nr. I	Nr. II	Nr. III
Dauer des Versuches	Std.	$4^1/_2$	$4^1/_2$	$4^1/_2$
Heizfläche der Kessel	qm	110,0	90,0	104,0
Verdampftes Wasser gesamt. .	kg	9156,0	5508,0	5330,0
„ „ in 1 Std. für 1 qm Heizfläche	„	18,5	13,6	11,4
Verbrauch an Kohlen gesamt .	„	3240,0	1960,0	1960,0
Spannung des Kesseldampfes .	at	8,0	5,0	8,0
Temperatur des Speisewassers .	°C.	90,0	90,0	90,0
1 kg Kohle entwickelt Dampf von der Kesselspannung . .	kg	2,83	2,81	2,72
1 kg Kohle entwickelt Dampf von 100° aus Wasser von 0° .	„	2,53	2,49	2,44
1 kg Kohle entwickelt nutzbare Wärme	Cal.	1613,0	1587,0	1550,0
Der Wirkungsgrad des Kesselbetriebes ist		0,82	0,81	0,79

Das Speisewasser wurde durch einen Ekonomiser vorgewärmt, wobei die Temperatur des Wassers auf 90° gebracht wurde, während die Heizgase *vor* dem Ekonomiser durchschnittlich eine Temperatur von 225 bis 230° zeigten. Die Heizgase wurden infolgedessen sehr weit abgekühlt, was auch im Einklang steht mit dem erzielten vorzüglichen ökonomischen Resultat.

Obwohl die Schräg- und Treppenrostfeuerungen im allgemeinen sehr vorteilhaft sind, da sie bei leichter Bedienung einen sehr gleichmässig verlaufenden und daher auch fast rauchfreien und ökonomischen Verbrennungsvorgang erzielen lassen, so sind sie doch nur unter bestimmten Bedingungen mit Vorteil am Platze. Da sie infolge grösserer Raumbeanspruchung als Vor- oder Unterfeuerungen gebaut werden müssen, so eignen sie sich vorzugsweise für Braunkohle und andere Brennstoffe von geringerem Heizwert, bei denen die Erhaltung einer hohen Verbrennungstemperatur besonders wichtig ist.

Für Steinkohle von hohem Heizwert sind dagegen Innenfeuerungen vorzuziehen, da hier die an den Heizflächen unmittelbar erfolgende Abkühlung der Heizgase keinen derart ungünstigen Einfluss auf die Verbrennung auszuüben vermag, andererseits aber die Ausstrahlungs- und Anwärmungsverluste sehr gering ausfallen.

Um nun die sonst bei Planrostinnenfeuerungen auftretenden Nachteile zu vermeiden, sind zahlreiche automatische Rostbeschickungsapparate konstruiert worden, welche einen kontinuierlichen Verbrennungsvorgang erzielen lassen und das schädliche Thüröffnen unnötig machen. Auch die Arbeit des Heizers wird bedeutend erleichtert.

Von besonderer Wichtigkeit für die Beurteilung dieser Apparate ist es, dass das Brennmaterial vollständig gleichmässig und ununterbrochen auf die ganze Rostfläche verteilt wird. Da keine plötzliche Abkühlung wie bei der in Zwischenräumen erfolgenden Beschickung der gewöhnlichen Planrostfeuerungen eintritt, so erfolgt die Vergasung langsam und ohne Rauch erzeugen zu können.

Eine Beschränkung in der Anwendungsfähigkeit der automatischen Rostbeschickungsapparate ist allerdings dadurch vorhanden, dass nur Kohle von bestimmter Korngrösse verwendet werden darf, wenn Betriebsstörungen sicher vermieden werden sollen, und dass zum Antriebe der Vorrichtungen eine mechanische Triebkraft notwendig ist, die nicht in allen Kesselhäusern vorhanden ist bezw. leicht beschafft werden könnte.

Von den in den verschiedensten Ausführungen zur Verwendung gelangenden Apparaten möge hier der automatische Rostbeschickungsapparat, System *Münckner und Co.* in Bautzen, zur Besprechung gelangen, da derselbe durch verschiedene Verbesserungen derart vervollkommnet wurde, dass er den besten erprobten Systemen zur Seite gestellt werden darf.

Die Fig. 40 und 41 zeigen den Apparat an einem Kessel mit zwei Wellflammrohren. In den Fig. 44 und 45



ist die Anordnung an einem Seitwellrohrkessel wiedergegeben.

Das Brennmaterial wird in dem Trichter *a* aufgegeben und gelangt von hier in den Verteilungsraum. Die Verteilung erfolgt durch einen horizontal bewegten Schieber *b*, der in Fig. 40 einpunktiert ist. Das Brennmaterial wird hierdurch jedem Flammrohr abwechselnd zugeführt. Der Verteilungsschieber *b* befördert den Brennstoff in die Wurfkammern *c*, wo derselbe von einer Wurfschaufel auf den Rost geschleudert wird.

Jede Wurfschaufel schwingt um eine Achse, die an den beiden Enden mit je einem Hebel versehen ist. Der eine dieser beiden Hebel ist mit einer nachstellbaren Feder *d* verbunden, welche den zweiten Hebel gegen ein Knaggenrad drückt. Das Knaggenrad mit dem Hebel ist in den Fig. 42 und 43 besonders dargestellt. Die Knaggen heben

Fig. 41.

Fig. 40. Fig. 42. Fig. 43.

Rostbeschickungsapparat, System Münckner und Co.

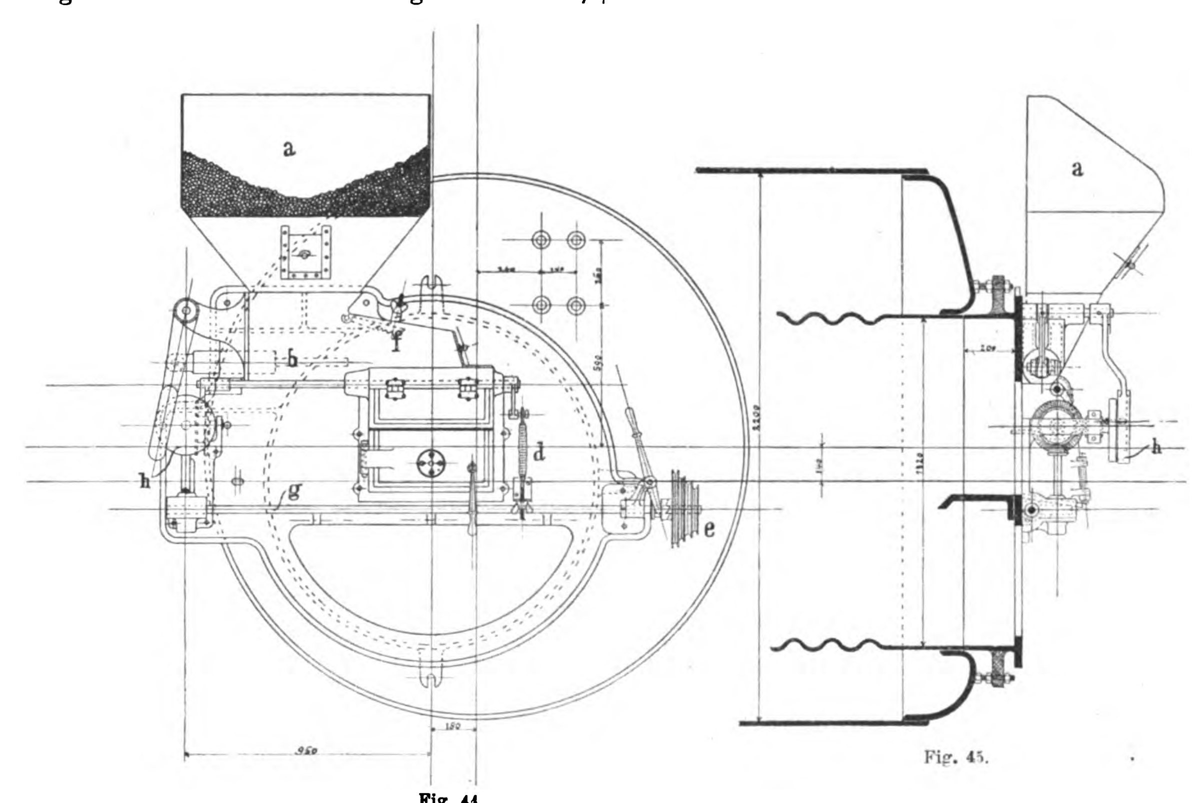


Fig. 44.

Rostbeschickungsapparat System Münckner und Co.



den betreffenden Hebel, wobei sich die Wurfschaufel zurückbewegt. Die Feder *d* wird hierbei gespannt und schnellt die Wurfschaufel nach vorn, sobald der Hebel eine Knagge verlässt. Das Brennmaterial wird dabei auf den Rost geworfen.

Um eine gleichmässige Verteilung des Brennstoffes auf dem Rost zu erzielen, sind die drei Knaggen des Knaggenrades (Fig. 42 und 43) in verschiedener Grösse ausgeführt, so dass die Feder *d* nacheinander verschieden stark gespannt wird. Das Brennmaterial wird beim Zurückschnellen des Hebels von der kleinsten Knagge zuerst vorn, dann in der Mitte und schliesslich hinten auf den Rost geworfen.

Die Einstellung der Feder *d* mit Rücksicht auf die Korngrösse der Kohle und der hiervon abhängigen Wurfweite erfolgt durch die unten angebrachte Flügelmutter.

Der Antrieb des Apparates erfolgt durch eine Schnurscheibe *e*, die mit drei Stufen ausgeführt wird, um die Beschickung dem Forcierungsgrade anpassen zu können. Dem gleichen Zwecke dienen noch die Klappen *f* im Verteilungsraume, die durch Flügelmuttern eingestellt werden können und die Kohlenzufuhr regeln.

Durch eine Klauenkuppelung, die mittels Hebel von Hand aus- oder eingerückt wird, treibt die Schnurscheibe *c* die Hauptantriebwelle *g*. Diese überträgt durch ein Schneckenradgetriebe die Bewegung auf eine vertikale Welle, von welcher aus einerseits die besprochene Knaggenscheibe, andererseits die Kurbelscheibe *h* zum Betriebe des Verteilungsschiebers *b* bewegt wird.

Unter der Wurfkammer befindet sich eine Feuerthür, die zum Anheizen, Schüren und Abschlacken dient. Für den Fall einer Betriebsstörung kann diese Thüre aber auch benutzt werden, um den Rost von Hand in gewöhnlicher Weise zu bedienen.

Ueber einen am 26. April 1900 vorgenommenen Versuch an der Kesselanlage der Färberei von *Hermann Dietzsch und Co.* in Netzschkau berichtet der Sächsische Dampfkessel-Revisionsverein das Nachstehende:

Der Versuchskessel ist ein von der Firma *Weichelt und Wackwitz* in Neumark i. S. im Jahre 1899 erbauter liegender Zweiflammrohrkessel mit Galloway-Rohren und darüber liegendem Vorwärmer und Ueberhitzer, einer Betriebsspannung von 8½ Ueberdruck und einer Gesamtheizfläche von 149 qm. Die Heizfläche des eigentlichen Kessels beträgt nach Angabe der Hersteller 108 qm, die gemessene Rostfläche 3,30 qm. Das Verhältnis der Rostfläche zur Heizfläche = 1 : 32,43. Die letzte Reinigung des Kessels hat am Sonnabend vor Ostern stattgefunden.

Die Untersuchung erstreckt sich auf die Prüfung der Wirkungsweise des Dampfkessels bei zwei verschiedenen Versuchen. Beim ersten Versuch wurde die Rostbeschickung durch einen am Kessel vorn angebauten mechanischen Rostbeschickungsapparat von *Münckner und Comp.* in Bautzen bewirkt. Beim zweiten Versuch wurde der Kessel per Hand gefeuert.

Eine Garantie bezüglich der Leistung und Nutzwirkung der Kesselanlage ist von der Lieferantin des Kessels nicht angegeben worden.

Die Versuche wurden in folgender Weise ausgeführt.

Die Speisung des Kessels erfolgte durch die Dampfpumpe und war die Abzweigung der Speiseleitung derselben durch einen Blindflansch von den anderen Kesseln abgesperrt. Das Wasser wurde in tarierten Gefässen gemessen, deren Inhalt vorher durch genaue Wägung bestimmt waren. Die zur Verbrennung gelangte Kohle vom Brückenbergschacht Zwickau, Nuss I, wurde gewogen und jedem Gefäss eine Probe entnommen, die durch Dr. *H. Langbein* in Niederlössnitz bei Kötzschenbroda-Dresden kalorimetrisch auf ihren Heizwert untersucht wurde. Die Temperatur der abziehenden Gase wurde kurz vor dem Schieber mittels Quecksilberthermometers, die Geschwindigkeit des Zuges im Fuchs vor dem Schieber gemessen. Die Messung der Dampftemperatur des Ueberhitzers konnte nur am hinteren Ende desselben durch einen hierfür besonders eingebauten Thermometer vorgenommen werden.

Die Untersuchung der Gase auf Gehalt an Kohlensäure und Sauerstoff erfolgte in Zwischenräumen von etwa 15 Minuten und fand die Entnahme der Gasproben im letzten Zuge vor dem Schieber statt.

Die Ergebnisse der Untersuchungen sind in folgendem zusammengestellt:

Tabelle III.

Versuch		I. mit Apparat	II. ohne Apparat mit Hand
Dauer des Versuches	Std.	$6^{6}/_{60}$	$5^{40}/_{60}$
Kohlenverbrauch	kg	2231,0	2082,0
„ in einer Stunde	„	365,7	367,4
„ „ „ „ auf 1 qm Rostfläche	„	110,8	111,3
Feuchtigkeitsgehalt der Kohle	%	7,93	6,54
Heizwert der Kohle	W.-E.	6649,0	6781,0
Herdrückstände	kg	94,0	105,0
„ in Prozent der verfeuerten Kohlen	%	4,2	5,0
Wasserverbrauch	kg	15925,0	9460,0
„ in einer Stunde	„	2610,6	1669,4
Dampferzeugung auf 1 qm Heizfläche in 1 Stunde	„	24,2	15,45
Temperatur des Speisewassers vor dem Vorwärmer	°C.	9,1	10,5
Temperatur des Speisewassers beim Eintritt in den Kessel	„	42,0	63,4
Wärmezunahme	„	32,9	52,9
Dampfspannung	at	7,9	8,0
Temperatur des Dampfes beim Eintritt im Ueberhitzer	°C.	173,9	174,4
Temperatur des Dampfes beim Austritt aus dem Ueberhitzer	„	200,0	195,0
Grad der Ueberhitzung	„	26,1	20,6
Mittlere Temperatur der Gase am Schieber	„	254,2	261,9
Mittlere Temperatur der Luft im Kesselhaus	„	16,3	16,8
Temperaturüberschuss der abziehenden Gase	„	237,9	245,1
Zug in Millimeter-Wassersäule	mm	13,7	13,6
Zusammensetzung der Gase am Ende des letzten Zuges:			
Kohlensäure	%	8,3	7,3
Sauerstoff	%	10,2	9,8
Stickstoff und unverbrannte Gase	%	81,5	82,9
Luftmenge, Vielfaches der theoretisch erforderlichen Luftmenge		1,88	1,8
1 kg Kohle verdampft Wasser brutto	kg	7,13	4,54
1 „ „ verwandelt Wasser von 0° in Dampf von 100° C.	„	6,91	4,25
1 kg Kohle gibt an das Wasser ab	W.-E.	4403,06	2707,1
Nutzwirkung der Kesselanlage	%	**66,24**	**39,92**
10 000 kg Steinkohlen kosten frei bis ins Haus	M.	163,0	163,0
1000 kg Dampf zu erzeugen kosten	„	**2,28**	**3,59**

Wie aus vorstehender Tabelle ersichtlich, ist die Nutzwirkung der Kesselanlage bei Versuch I mit Apparat mit 66,24 % als befriedigend zu bezeichnen, während bei Versuch II die Ausnutzung als nicht genügend angesehen werden muss.

Ein genauer Vergleich zwischen beiden Versuchen ist insofern nicht gut möglich, weil die Beanspruchung des Kessels bei beiden Versuchen eine sehr ungleiche war. Wenn der Kohlensäuregehalt der Gase bei Versuch I und II an beiden Tagen trotz der schlechten Ausnutzung am zweiten Tage ziemlich gleich war, so ist die Ursache darin zu suchen, dass bei Versuch I die auf dem Rost befindliche, vom Apparat aufgegebene Kohlenschicht verhältnismässig dünn war, während bei der Bedienung von Hand die Kohlenschicht nach den Gasanalysen höher gehalten wurde. Die auf dem Roste pro Quadratmeter zur Verbrennung gelangte Kohlenmenge von 110,8 kg ist als normal zu bezeichnen. Bei einer mässigen Inanspruchnahme des Kessels kann jedoch die Rostfläche noch etwas verkürzt werden, was sich durch Aufmauern vom hinteren Ende des Rostes erreichen lässt. Die Temperatur der abziehenden Gase war eine normale.

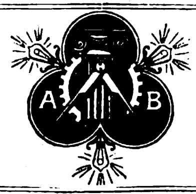
Arnold Bergsträsser Verlagsbuchhandlung (A. Kröner) Stuttgart.
Druck der Union Deutsche Verlagsgesellschaft ebendaselbst.



DINGLERS
POLYTECHNISCHES JOURNAL.

81. Jahrg., Bd. 315, Heft 51. Stuttgart, 22. Dezember 1900.

Jährlich 52 Hefte in Quart. **Abonnementspreis** vierteljährlich 6 M., direkt franko unter Kreuzband für Deutschland und Oesterreich 6 M. 65 Pf., für das Ausland 7 M. 30 Pf. Redaktionelle Sendungen und Mitteilungen bittet man zu richten: An die Redaktion von „Dinglers Polytechn. Journal" in Stuttgart, die Expedition betreffende Schreiben an Arnold Bergsträsser Verlagsbuchhandlung (A. Kröner) Stuttgart.



Versuche über die Verwendung des Thermits zum Beschädigen von Geldschränken.

Von Dr. **Ch. Heinzerling.**

Vor ungefähr zwei Jahren wurde von Dr. *Goldschmidt* in Essen ein neues Verfahren zur Erzeugung hoher Temperaturen angegeben, welches darauf beruht, dass Gemische von feinzerkleinertem Aluminium mit Metalloxyden entzündet werden (s. a.* S. 341 d. Bd.). Die unter bedeutender Wärmeentwickelung verlaufende Reaktion gibt als Reaktionsprodukte Aluminiumoxyd und das Metall des angewandten Metalloxyds. Die Gemische, die zur Verwendung kommen, können je nach dem Zweck, der damit erreicht werden soll, ausserordentlich variiert werden, jedoch sind sie nach äquivalentem Verhältnis so zusammengesetzt, dass stets ein Ueberschuss von Oxyd vorhanden ist: $R_2O_3 + Al_2 = Al_2O_3 + R_2$.

Die für die verschiedenen Zwecke empfohlenen Gemische enthalten nach Angabe von Dr. *Goldschmidt* 16¼ bis 33 % Aluminium, während der Rest vorwiegend aus Eisenoxyd bestehen kann. An Stelle des Eisenoxyd kann Braunstein oder Chromoxyd treten, auch indifferente Metalloxyde wie Kalk, Magnesia oder Kieselsäure in Form von Sand, um Schlacke zu bilden, können hinzugefügt werden.

Ausser zur Erzeugung von hohen Temperaturen wird das Verfahren zur Herstellung von kohlenfreiem Mangan, Chrom und Titan verwendet. Das bei der Herstellung dieser Metalle entstehende Aluminiumoxyd, das als Nebenprodukt unter dem Namen Corubin in den Handel gebracht wird, findet Verwendung als Schleifmaterial und für Herstellung von feuerfesten Produkten.

Von weitgehendster Bedeutung hält jedoch Dr. *Goldschmidt* diejenigen Verwendungsarten, welche darauf basieren, die bei der Reaktion auftretende Wärmemenge direkt als solche bei Metallbearbeitung nutzbar zu machen. Als besonders beachtenswerte Verwendungen seien hier erwähnt das Schweissen von Eisenbahn- und Trambahnschienen, das Ausbessern fehlerhafter Güsse und abgebrochener Zähne an Zahnrädern u. s. w.



Fig. 1. Rückseite der 3 mm starken Platte.

Zu diesen Verwendungsarten, mit denen ich mich in diesem Artikel nicht weiter befassen will, ist in neuerer Zeit noch hinzugekommen die Möglichkeit der Verwendung zum Beschädigen feuer- und diebsfester Geldschränke durch Einschmelzen des Schutzmantels oder durch Enthärten der Panzerplatten. Die Verwendung für diesen Zweck wurde nahe gelegt, nachdem Dr. *Goldschmidt* durch Experimente nachgewiesen hatte, dass ein Eisenblock durch Aufgiessen von aluminogenetischem Eisen bis auf ⅓ durchgeschmolzen werden konnte. Sehr bald entstand eine lebhafte Agitation, die die Gefahr in tendenziöser Weise weit überschätzte, um damit gleichzeitig Propaganda für ihr Schutzmittel gegen diese Gefahr und ihre mit diesem Schutzmittel ausgerüsteten Fabrikate zu machen. Auch Versicherungsgesellschaften gegen Diebstahl benutzen die Gelegenheit, das Publikum ängstlich zu machen. So findet man in dem Zirkular eines Agenten einer Einbruchsversicherungsgesellschaft Redensarten wie „ein Eisenblock schmilzt vor Thermit wie ein Schneehaufen" und in einem Berliner Zeitungsreferat mit der Ueberschrift „Der Hochofen in der Westentasche" Phrasen wie „Thermit kann bei geschickter Anwendung Eisen- und Panzerplatten wie Wachs dahinschmelzen lassen" u. dgl. mehr.

Von einem bekannten bedeutenden Frankfurter Geld-

schrankfabrikanten, *Valentin Hammeran*, der sich überzeugen wollte, wie gross die Gefahr der Beschädigung mit diesem Metall sei, wurde ich aufgefordert, einer Anzahl Versuchen, die in der Fabrik des erwähnten Fabrikanten angestellt wurden, als Sachverständiger beizuwohnen.

Das für diese Versuche verwendete Thermit war von Dr. *Goldschmidt*'s Fabrik („Chem. Thermo-Industrie") bezogen worden und zwar die zwei empfohlenen Marken P, rot, weniger kräftig wirkend, und R, schwarz, stärker wirkend. Bei Anstellung der Versuche wurde nach den von Dr. *Goldschmidt* angegebenen schriftlichen Anleitungen („Experimentelle Vorführungen des Verfahrens zur Erzeugung hoher Temperaturen") verfahren. Zum Entzünden des Thermits wurden statt der von Dr. *Goldschmidt* empfohlenen Zündkirschen (aus Baryumsuperoxyd und Aluminium mit eingesetztem Magnesiumstreifen bestehend), die sich, weil der Magnesiumstreifen etwas oxydiert war, schwer entzünden liessen, Papier, das mit Magnesium überpudert war, benutzt.

Die Durchschmelzversuche wurden nach verschiedenen Seiten hin variiert. Bei einigen Versuchen wurde das Thermit in einer muldenförmigen Vertiefung auf einer Eisenplatte entzündet, bei anderen Versuchen wurde es auf ebener Fläche zur Entzündung gebracht. Bei Versuchen mit über 5 mm starken Eisenblechen wurde das Thermit in einem aus feuerfesten Steinen hergestellten Nest, dessen Fugen mit Chamottemörtel verschlossen waren, auf der Eisenplatte entzündet. Der von Dr. *Goldschmidt* empfohlene Giessversuch, der die besten Resultate für das Durchschmelzen der Platte ergeben soll, wurde genau nach dessen Anleitung mit 10 mm starken Panzerplatten mehrmals wiederholt. Bei der Beschreibung der Versuche und der erhaltenen Resultate soll die Ausführung der Versuche etwas eingehender besprochen werden.

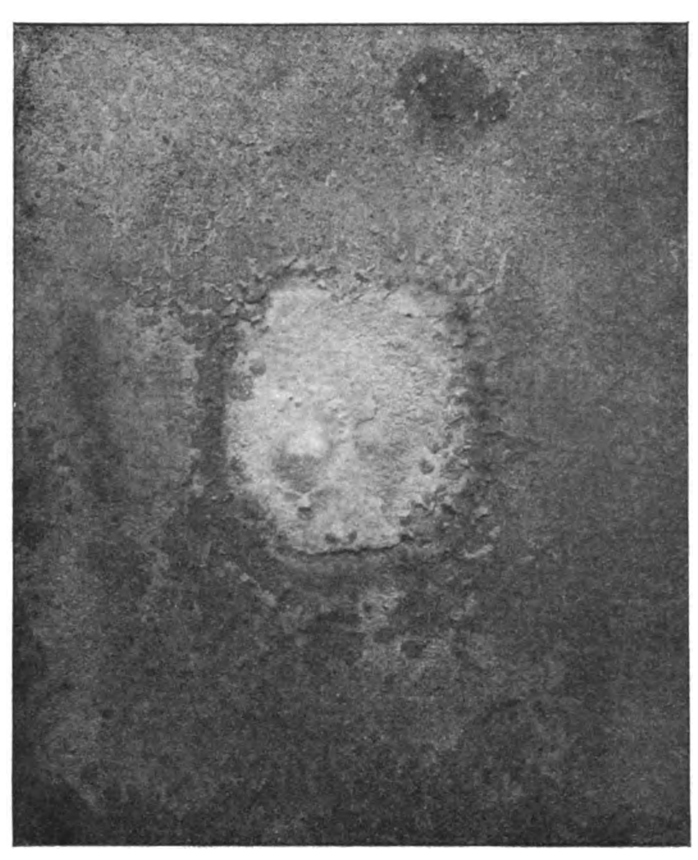


Fig. 2. Rückseite der 7 mm starken Platte.

Versuch 1. Platte von 1,5 mm wurde mit Thermit P in einer getriebenen Mulde beschickt und letzteres entzündet. Als Resultat ergab sich, dass durch Durchschmelzen der Platte etwa 5 bis 6 Löcher von etwa 2 mm Durchmesser entstanden.

Versuch 2. Eine Platte von gleicher Stärke ohne muldenförmige Vertiefung mit Thermit P überschüttet und letzteres entzündet, zeigte nur an zwei Stellen kugelförmige Ausbuchtungen.

Versuch 3. Ein mit einer 2 mm starken Platte in gleicher Weise, wie oben beschrieben, angestellter Versuch ergab als Resultat zwei Durchschmelzungen als Löcher von etwa 2 mm Durchmesser und festes Aufschmelzen der Masse.

Beim *Versuch 4* wurde eine 3 mm starke Platte mit Thermit P in entsprechender Höhe beschüttet. Ein Durchschmelzen des Bleches fand nicht statt.

Die folgenden Versuche wurden in der Weise abgeändert, dass die Beschüttung mit Thermit R in einem Nest aus feuerfestem Stein, dessen Fugen mit Chamottemörtel verstopft waren, geschah.

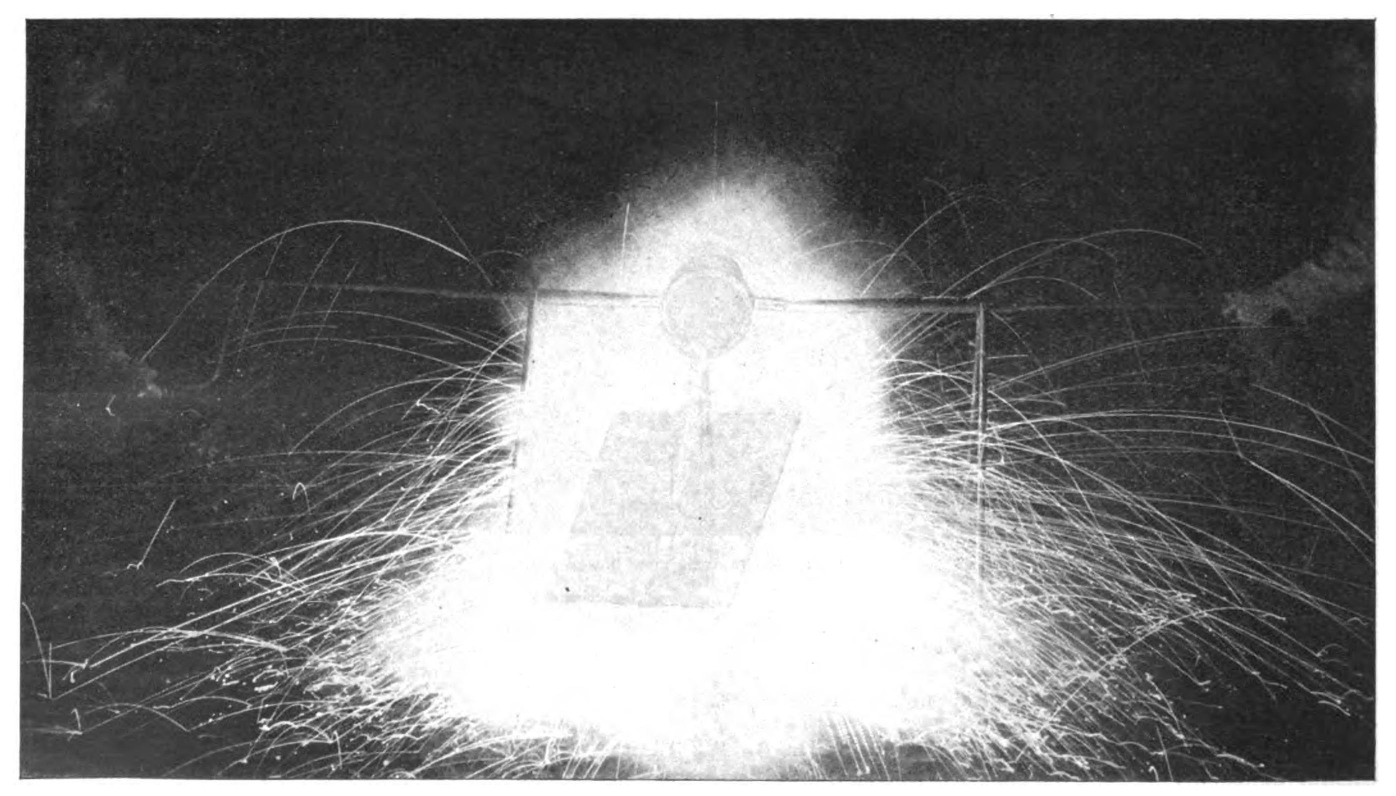


Fig. 3. Tiegelguss.

Beim *Versuch 5* fand ein Durchschmelzen der 3 mm starken Platte statt. An der Durchschmelzstelle war ein 21 cm langer Zapfen aus geschmolzenem Metall und Reaktionsmasse (Fig. 1).

Versuch 6. Auf eine 5 mm starke Platte wurde Thermit R in gleicher Weise wie vorher, jedoch die $1^1/_2$fache Menge des letzteren aufgeschüttet. Es zeigte sich ein Loch von 15 mm Durchmesser und ein Zapfen wie bei Versuch 5.

Bei *Versuch 7* wurde in einem 12 cm tiefen Nest Thermit R in grösserer Menge als vorher entzündet, nachdem vorher die Masse zusammengedrückt war; nach dem Erkalten zeigte sich eine 15 mm hohe Aufschmelzung, die Platte war jedoch nicht durchgeschmolzen.

Versuch 8. Im Unterschied gegen den letzten Versuch wurde auf einer 7 mm starken Platte ein 25 cm hohes Nest von 6 cm im Quadrat gebaut und bis zu 20 cm Höhe mit Thermit beschickt, so dass also etwa 1 kg der Masse zur Verwendung kam. Die Platte erhitzte sich dabei unter sehr grosser Flammen- und Rauchentwickelung an der Beschüttungsstelle bis zur Weissglut; dagegen fand kein Durchschmelzen statt (Fig. 2).

Bei *Versuch 9* wurde eine Isolierschicht unter der 7 mm starken Platte derart angebracht, dass man eine 6 cm hohe Schicht von Kieselgur und Flugasche anbrachte und das Nest von 12,5 cm Höhe und 6 cm im Quadrat mit Thermit R beschickt wurde. Zweck des Versuches war, festzustellen, ob die Isolierschicht, welche man bekanntlich bei Kassenschränken anwendet, das Durchschmelzen begünstigt. Es fand kein Durchschmelzen statt.

Versuch 10. Zwischen zwei Platten von je 5 mm Stärke wurde eine Isolierplatte von 8 mm Stärke aus Asbest mit eingelagerter Kieselgur zwischengelegt. In einem Nest von 12 × 6 × 6 cm wurde Thermit R entzündet. Während bei einem früheren Versuche ohne Isolierplatte durch Durchschmelzen der 5 mm starken Platte ein Loch entstand, bildete sich trotz Schmelzens des Eisens kein Loch. Es kommt dies daher, dass das geschmolzene Eisen nicht abfliessen konnte, sondern in seiner ursprünglichen Lage wieder erkaltete.

Versuch 11. Der schon eingangs erwähnte Giessversuch wurde in folgender Weise nach Dr. *Goldschmidt's* Anweisung ausgeführt. Die 10 mm starke Panzerplatte wurde durch untergeschobene Ziegelsteine hohl gelegt. In einem Tiegel wurden 2 kg Thermit R entzündet, das oben befindliche flüssige Aluminiumoxyd abgegossen und das hell leuchtende, hoch erhitzte Eisen an einer Stelle auf die Platte gegossen. Trotz mehrfacher Wiederholungen wurde ein Durchschmelzen der Platte nicht erzielt. Es mag zugegeben werden, dass nicht ganz der richtige Moment für das Ausgiessen des heissen Eisens getroffen wurde, was jedoch nach meinem Dafürhalten ziemlich schwierig ist und längerer Erfahrung bedarf. Ferner sei erwähnt, dass zur Ausführung des Experiments zwei Personen erforderlich sind, wenn der Versuch zu ebener Erde ausgeführt wird (Fig. 3 und 4).

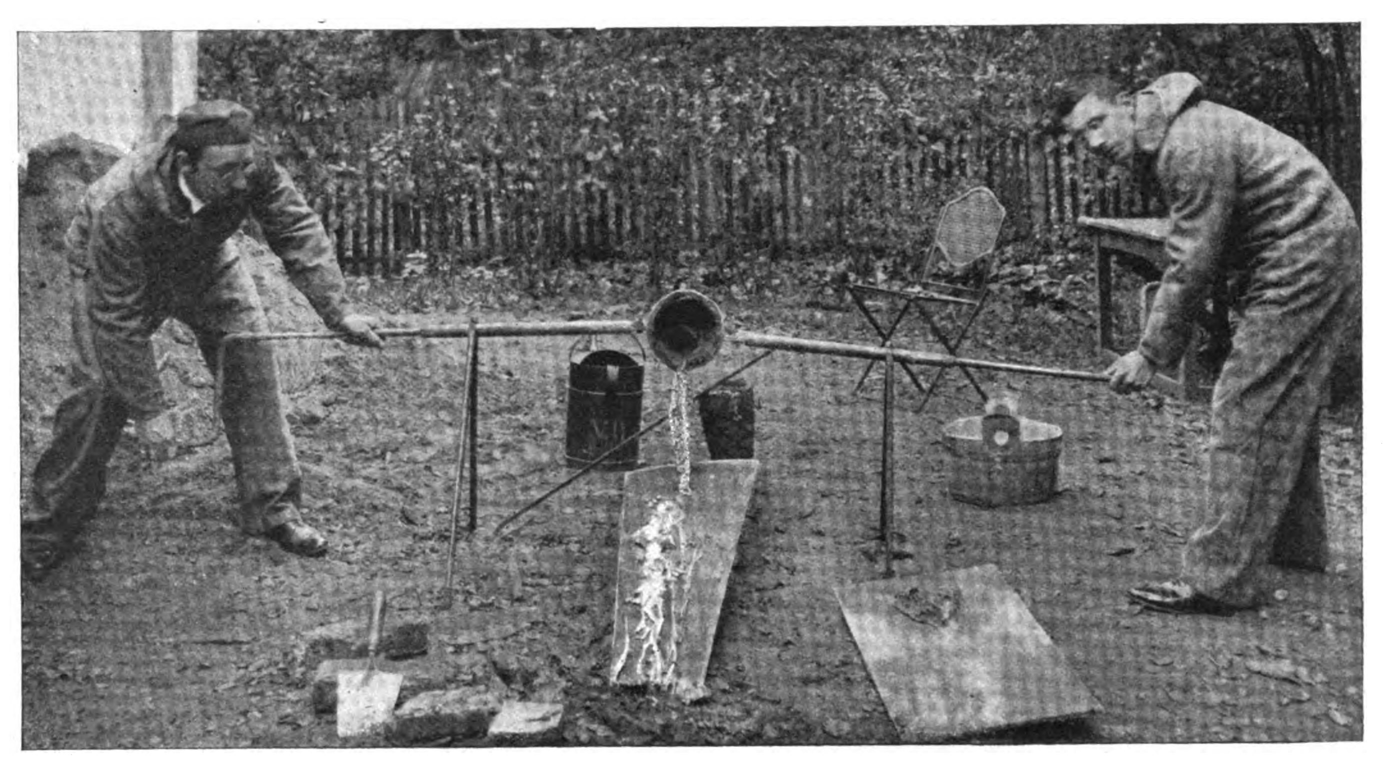


Fig. 4. Nach dem Gusse.

Versuch 12. In gleicher Weise wie bei Versuch 10 wurden zwei Platten von je 5 mm Stärke, die jedoch durch eine Isolierschicht von 20 mm Dicke, bestehend aus Asbest, Kieselgur und Alaun, getrennt waren, der Einwirkung von Thermit ausgesetzt. Das Ergebnis war das gleiche, trotz Schmelzens des Eisens bildete sich kein Loch, weil das geschmolzene Eisen nicht abfliessen konnte und daher in seiner ursprünglichen Lage wieder erkaltete.

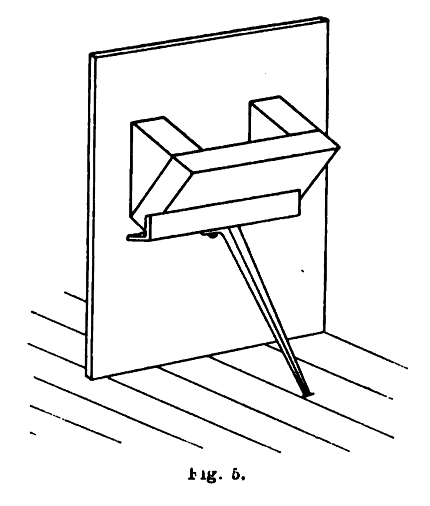


Fig. 5.

Versuch 13. Eine 5 mm starke Platte wurde auf eine mit Wasser getränkte Stoffunterlage gelegt und in einem Nest, wie früher beschrieben, mit Thermit beschickt und letzteres entzündet. Während bei früheren Versuchen solche Platten ohne Unterlagen durchschmolzen, blieb hierbei die Platte völlig intakt. Es kann dies nur auf den Umstand zurückgeführt werden, dass das in der Stoffunterlage enthaltene Wasser verdampft wird, indem es (bei der verhältnismässig sehr grossen Wärmemenge, welche das Verdampfen erfordert) der Platte sehr viel Wärme entzieht und dadurch das Schmelzen des Eisens verhindert.

Durch eine Anzahl weiterer Versuche sollte festgestellt werden, mit welchem Erfolge an Stelle der nassen Stoffunterlage eine Gelatineschicht mit hohem Wassergehalt zu

verwenden sei, die gegenüber der Stoffunterlage den Vorzug hat, dass sie das Wasser in gebundener Form enthält und aus diesem Grunde das Eisen nicht durch Bildung von Rost beschädigt. Leider gaben die Versuche kein bestimmtes Resultat, da ausser Acht gelassen worden war, dass die Gelatineplatte derart dicht mit der Eisenplatte verbunden wurde, dass erstere nach dem Schmelzen nicht abfliessen konnte. Durch Abfliessen der Gelatine unter dem Thermitnest entstand ein unbedeckter Raum und war infolgedessen die Platte ihres Schutzes beraubt.

Bei den seither aufgeführten Schmelzversuchen befanden sich die Versuchsplatten sämtlich in wagerechter Stellung; bei den nun folgenden wurde die Wirkung des Thermits auf senkrecht gestellte Platten untersucht und zwar mit Hilfe eines angebauten, sogen. Schwalbennestes aus feuerfestem Material, wie dies durch beifolgende Skizze (Fig. 5) veranschaulicht wird. Die Schwalbennester wurden mit Papier ausgelegt, da der zum Verkleben der Fugen verwendete Chamottemörtel noch feucht war. Bei dem ersten dieser Versuche wurden etwa 3/4 kg Thermit R entzündet und dadurch die 3 mm starke Platte an zwei Stellen durchgeschmolzen. Das eine der beiden rechteckigen Löcher befand sich an der tiefsten Stelle des Nestes, das andere etwas weiter unterhalb und zwar da, wo das geschmolzene Reaktionsprodukt durch die Fugen des Nestes hindurchgedrungen war.

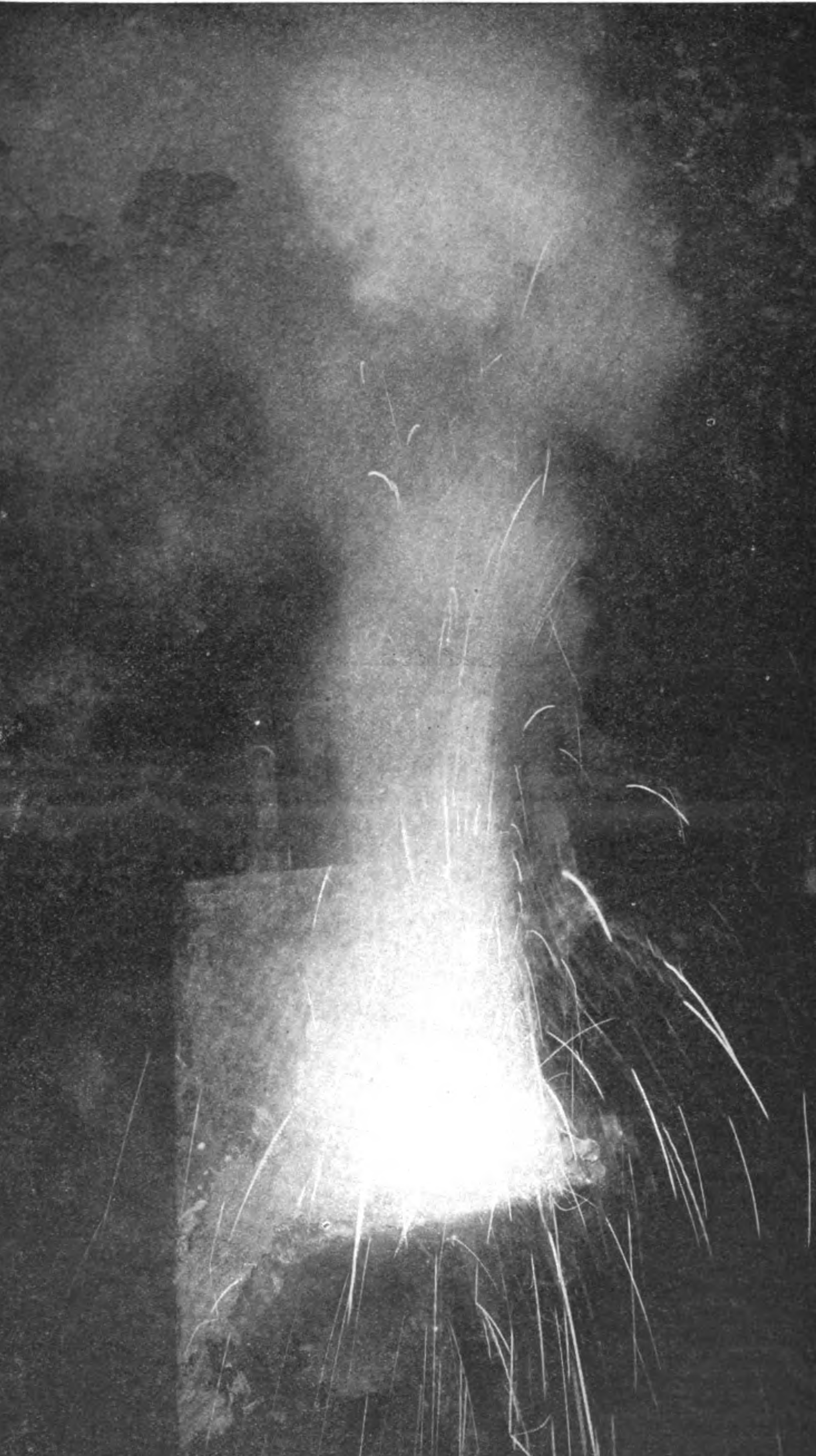


Fig. 6 Seitlicher Nestguss gegen eine vertikale 5 mm starke Platte.

Bei dem zweiten derartigen Versuche (Fig. 6) wurde eine 5 mm starke Platte in gleicher Weise mit 1 kg Thermit R behandelt. Das Resultat war, dass die Platte an der hinteren Seite sich leicht rotwarm zeigte. Eine Anschmelzung in Grösse eines Stecknadelknopfes fand statt, dagegen keine Durchschmelzung.

Da die Gefahr nicht allein im Durchschmelzen von Platten, sondern auch im Enthärten von Panzerplatten liegt, so wurde durch Versuche die enthärtende Wirkung des Thermits auf 10 mm starke Panzerplatten festgestellt und zwar geschah dies wiederum in der Weise, dass in einem Neste eine ausreichende Menge Thermit auf einer horizontalen Platte entzündet wurde. Es ergab sich das Resultat, dass eine ziemlich vollständige Enthärtung der Panzerplatten stattfand.

Inwieweit die Enthärtung der Panzerplatte durch eine darunter befindliche Schutzplatte, welche nach einem von *Val. Hammeran* zum Patent angemeldeten Verfahren angefertigt wurde, verhütet werden kann, wurde durch folgenden Versuch festgestellt. In einer mit kastenartiger Vertiefung versehenen Eisenplatte war eine Gelatineplatte eingegossen, in welche dünnwandige Zinnröhren (1/4 mm Wandstärke) von etwa 12 mm Durchmesser eingebettet waren, welche mit Wasser gefüllt waren. Durch Versuche war festgestellt worden, dass derartige dünnwandige Zinnröhren, auf rotglühende Eisenplatten gelegt, schmolzen und ihren Wasserinhalt entleerten. Um ein festes

Anliegen der Gelatineplatte an der Panzerplatte zu erreichen, wurde die Schutzplatte durch Klemmschrauben fest mit der Panzerplatte verbunden.

Ein 25 cm langes, 12 cm breites und 6 cm tiefes Nest wurde mit etwa 4 kg Thermit R gefüllt und letzteres entzündet. Die Reaktionsmasse wurde erst nach dem Erkalten entfernt. Die Zinnröhren waren an der Aufschüttungsstelle an vielen Stellen durchgeschmolzen und hatten ihren Wasserinhalt unter kräftiger Dampfentwickelung entleert. Die Prüfung der Panzerplatte auf der der Aufschüttungsseite entgegengesetzten Fläche ergab, dass die Enthärtung so gering war, dass die Platte durch Bohrer mit Handbetrieb nicht angebohrt werden konnte. Dieses Resultat war um so mehr überraschend, als der Versuch nicht in der Weise zur Ausführung kam, wie er hätte ausgeführt werden sollen, indem gerade, nicht verlötete, sondern durch Zusammendrücken an den Enden verschlossene Zinnröhren anstatt der zweckmässigeren spiralförmigen und an den Enden zugelöteten verwandt wurden.

Die Schlussfolgerungen, welche sich aus den angeführten Versuchen mit Rücksicht auf die Beschädigung von Geldschränken zum Zweck der Beraubung ergaben, sollen im nachstehenden zusammengestellt werden.

1. Eisenplatten von einer Stärke bis zu 6 mm können, wenn sie nicht mit einer Schutzvorrichtung versehen sind, durch eine genügende Menge von in einem Neste aufgeschütteten Thermit durchgeschmolzen und es können ein bis zwei Löcher von 2 bis 3 cm erreicht werden. Dieselbe Wirkung kann bekanntlich durch ein Knallgasgebläse wohl ohne grosse Schwierigkeit auch erreicht werden; auf noch einfachere Weise kann der Dieb durch seit Jahren bekannte Einbruchswerkzeuge, z. B. die von einem Laien erfundene Rundsäge, denselben Zweck und mehr erreichen, indem er in kurzer Zeit ohne Geräusch und ohne intensive Lichtentwickelung ein armdickes Loch herstellen kann. Die Anwendung von Thermit bietet also bei dünnen Eisenplatten keinen Vorteil.

2. Für Platten von über 6 mm Stärke, wie sie für solidere Qualitäten von Kassenschränken verwandt werden, schliesst das Thermit hinsichtlich des Durchschmelzens eine beachtenswerte Gefahr nicht in sich.

3. Was die Gefahr des Durchschmelzens bei dem Giessverfahren betrifft, so könnte dieselbe, wenn die vorherbeschriebenen Versuche als massgebend angenommen würden, als eine grössere Gefahr ebenfalls nicht anerkannt werden.

Nehmen wir an, dass sorgfältig vorbereitete und exakt ausgeführte Versuche, die namentlich unbedingt erfordern, dass das Aufgiessen des flüssigen Metalles immer an einer und derselben Stelle stattfindet, ein Durchschmelzen ermöglichen, so kann dies mit Quantitäten, wie sie Dr. *Goldschmidt* bei Versuch 6 seiner „experimentellen Vorführungen des Verfahrens zur Erzeugung hoher Temperaturen" angibt, wie nachfolgend weiter erörtert, nur ein kleines Loch ergeben. Zieht man in Betracht, dass — wie auch Fig. 3 veranschaulicht — die Ausführung des Tiegelgussverfahrens unter heftig blendend wirkender Lichtentwickelung, verbunden mit heftigem Funkensprühen, vor sich geht, so muss man zugeben, dass es sehr schwierig ist, beim Ausgiessen stets genau dieselbe Stelle zu treffen, selbst in dem bequemen Falle, dass die zu behandelnde Platte sich zu ebener Erde befindet. Das Durchschmelzen der oberen Platte eines etwa 1½ m hohen Kassenschrankes würde sich natürlich noch bedeutend schwieriger gestalten. Wie schon erwähnt, wird sich das Einschmelzen genügend grosser Löcher nach diesem Verfahren nur mit grossen Mengen Thermits, wie folgende Betrachtungen zeigen, erreichen lassen.

Um bei einer Platte von 10 mm Stärke ein Durchschmelzen einer Fläche von 100 qcm zu bewirken, müssen 750 g Eisen zum Schmelzen gebracht werden. Der Schmelzpunkt von Gussstahl liegt bei 1375° C. Nehmen wir an, dass das Reaktionsmetall mit 2500° C. aus dem Tiegel abfliesst, so können hiervon, da das Abfliessen von der Platte mit einer Temperatur von mindestens 1500° C. noch stattfinden muss, nur 1000° Temperaturerniedrigung in Betracht kommen. Hiervon gehen verloren ein grosser Teil durch Ausstrahlung von Wärme, ein Teil durch Ableitung durch die umgebende Luft und ein dritter Teil durch Ableitung durch die, das zu bildende Loch umgebenden Teile der Platte. Der hiernach verbleibende Rest bleibt zum Durchschmelzen der Platte zur Verfügung. Man wird nicht fehl gehen, wenn man das zum Schmelzen der 750 g Eisen erforderliche Reaktionsmetall auf das 8- bis 10fache, d. i. 6 bis 7,5 kg — entsprechend 10 bis 12 kg Thermit — annimmt.

Aber selbst mit diesem Quantum ist das Einschmelzen eines Loches von Armdicke als unmöglich zu bezeichnen.

Liegt die zu behandelnde obere Platte eines Geldschrankes frei, so wird nach der Bildung eines Loches von geringer Weite bei weiterem Aufgiessen die flüssige Masse fast wirkungslos durch das entstandene Loch in das Innere des Schrankes hindurchfliessen und das Loch nur noch in ganz geringem, für den beabsichtigten Zweck völlig unzureichendem Masse erweitern. Befindet sich aber dicht unter der Platte, wie dies bei den meisten Geldschränken — wenn nicht bei allen — der Fall ist, eine Isolierschicht, die das Abfliessen des geschmolzenen Eisens verhindert, so wird, wie vorher beschriebene Versuche dargethan haben, kein Loch entstehen, sondern es wird sich nur eine Schmelzstelle bilden, die nach dem Erstarren keine Oeffnung darbietet.

4. Es verbleibt hiernach nur noch die Gefahr des Enthärtens der Panzerplatten, welches dem Einbrecher das Ansägen derselben ermöglicht. Wie schon erwähnt, bietet die *Val. Hammeran*'sche Schutzplatte ein Mittel, auch dieser Gefahr wirksam entgegenzutreten.

Die Regulierung von Dampfmaschinen für verschiedene Zwecke.

Von **Willibald Trinks**, Philadelphia, Pa., U. S. A.

(Schluss von S. 797 d. Bd.)

Dampfmaschinen für Ventilatorbetriebe.

In Ventilatorbetrieben laufen Dampfmaschinen zum Teil mit, zum Teil ohne Regulatoren. In einigen Fällen sind die Regulatoren durch Abwerfen der Riemen oder andere Mittel unwirksam gemacht worden, während in wieder anderen Fällen nachträglich Regulatoren angeflickt worden sind. Es liegt somit Berechtigung zu der Frage vor: In welchen Fällen brauchen Ventilatormaschinen eine Regulierung?

Die Beantwortung wird geliefert durch folgende Eigenschaft der Zentrifugalventilatoren: Die Arbeit, welche der Ventilator pro Umdrehung verzehrt, wächst fast genau im quadratischen Verhältnis der Umdrehungszahl. Trägt man die pro Umdrehung zu leistende Arbeit, welche in einem anderen Massstabe gemessen auch den mittleren Druck in der Dampfmaschine vorstellt, als Funktion der Umdrehungszahl auf, so erhält man ein Parabelstück Fig. 27. Aus den mittleren Drucken lassen sich für eine gegebene Dampfmaschine und gegebene Dampfspannung, z. B. 5 at, die zugehörigen Füllungen der Dampfmaschine berechnen. Trägt man diese Füllungen als Funktion der Umdrehungszahl auf (Linienzug *A B* in Fig. 28), so ersieht man, dass für eine gegebene Dampfspannung zu jeder Umdrehungszahl nur eine Füllung und umgekehrt zu jeder Füllung nur eine ganz bestimmte Umdrehungszahl gehört. Will man demnach den Ventilator mit einer festgesetzten Geschwindigkeit laufen



lassen, so verstellt man von Hand bei völlig geöffnetem Hauptabsperrventil die Maschinenfüllung so lange, bis die gewünschte Umdrehungszahl erreicht ist. Dann ist ein stabiler Beharrungszustand erreicht, denn für grössere Geschwindigkeiten ist die Füllung zu klein und umgekehrt für kleinere zu gross. Ein Regulator ist somit bei konstanter Dampfspannung überflüssig und man hat nur Sorge zu tragen, dass die Maschinen auch dann nicht durchgehen können, wenn alle Seile der Uebertragung reissen sollten. Da ein solcher Fall kaum zu erwarten ist, so genügt ein Selbstschlussventil, welches sich bei zu grosser Dampf-

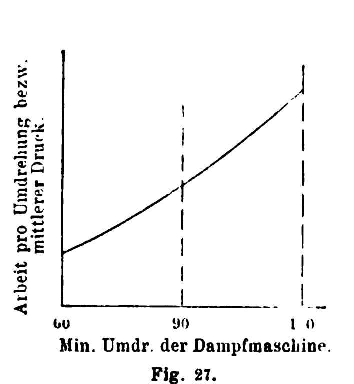


Fig. 27.

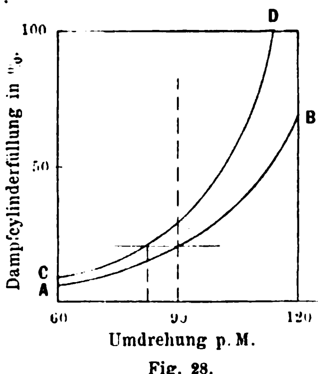


Fig. 28.

geschwindigkeit oder Spannungsabfall in der Dampfleitung von selbst schliesst. Denselben Zweck würde eine Drosselklappe erfüllen, welche durch die Spannung eines oder mehrerer Seile offen gehalten wird und sich beim Reissen derselben schliesst. (Vgl. die früher beschriebenen Schutzvorrichtungen gegen Reissen des Regulatorriemens, S. 774 d. Bd.)

Die Entbehrlichkeit einer Regulierung hört aber auf, wenn die Dampfspannung beträchtlichen Schwankungen unterliegt, was namentlich auf Kohlenzechen eintritt, welche mit Abgasen von Koksöfen heizen, oder bei welchen eine grosse Fördermaschine an denselben Kessel angeschlossen ist, wie die Ventilatormaschine. Fällt beispielsweise die Dampfspannung von 5 auf 4 at, so kann man wieder wie oben die zum Betriebe des Ventilators bei verschiedenen Geschwindigkeiten notwendigen Füllungen rechnen und in das Diagramm eintragen (Linie C bis D Fig. 28). Arbeitete nun die Ventilatormaschine bei 5 at mit 90 Umdrehungen pro Minute und bleibt beim Sinken der Dampfspannung die Füllung ungeändert — was bei Abwesenheit eines Regulators oder eines aufmerksamen Maschinisten geschieht —, so sinkt die Umdrehungszahl, wie man durch Ziehen einer Parallele zur Abscissenachse findet, von 90 auf etwa 82,2 Umdrehungen pro Minute, was einer Verminderung der gelieferten Luftmenge von 100 % auf 76 ½ % entspricht. Hieraus folgt: Um bei schwankendem Dampfdruck einen konstanten Wetterzug zu erzielen, braucht man entweder einen Regulator oder einen sehr aufmerksamen Maschinisten. Das Bestreben, Menschenmaterial zu sparen, sowie von der Aufmerksamkeit der Maschinisten unabhängig zu sein, hat dazu geführt, alle grösseren Ventilatoranlagen mit Regulatoren zu versehen, und dieselben nur in solchen Fällen wegzulassen, wo man ganz sicher ist, dass die Dampfspannung nur geringen Schwankungen unterliegt.

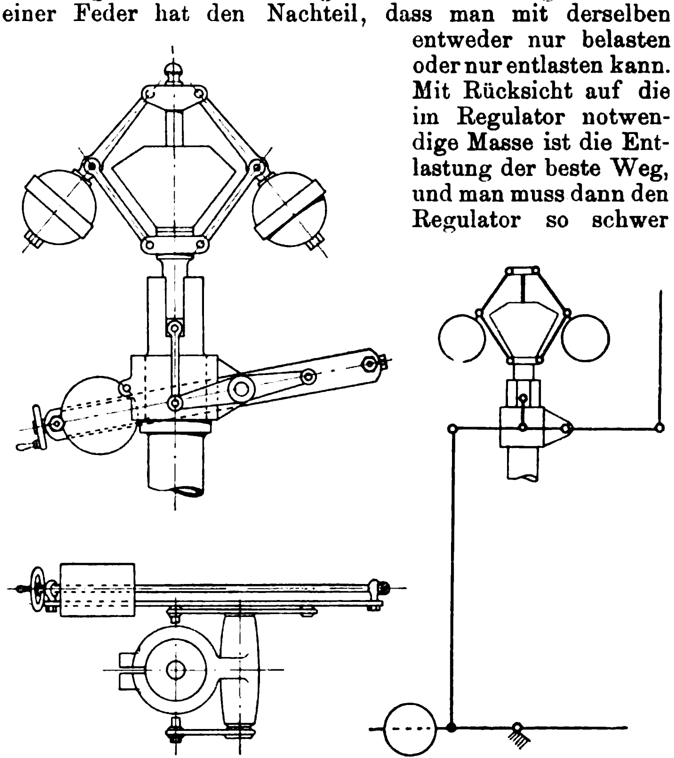
Die im obigen ausgeführten Darlegungen ergeben folgende Bedingungen, welche die Regulatoren für Ventilatormaschinen zu erfüllen haben. Erstens muss der Regulator bei schwankendem Dampfdruck die Umdrehungszahl möglichst unverändert aufrecht erhalten und zweitens muss er eine Aenderung der Umdrehungszahl von Hand in weiten Grenzen zulassen. Diesen Bedingungen genügen kräftige Gewichtsregulatoren mit veränderlicher Hülsenbelastung. Regulatoren mit direkter Pendelaufhängung (Watt-Regulator) sind solchen mit umgekehrter Aufhängung (Proell-Regulator) entschieden vorzuziehen, weil letztere infolge des labilen Charakters der C_g-Kurve bei weitgehender Hülsenentlastung labil, also unbrauchbar werden. Die Thatsache, dass der Proell-Regulator astatischer ist als der Watt-Regulator, ist für Ventilatormaschinen ohne Bedeutung. Ob der Regulator 3 oder 14 % Ungleichförmigkeit hat, ist, wie noch gezeigt werden wird, gleichgültig. Es ist demnach zwecklos, astatische Regulatoren, wie den Proell-Regulator oder die Federregulatoren, anzuwenden. Der belastete Watt-Regulator genügt für den in Rede stehenden Zweck vollkommen.

Die Veränderung der Hülsenbelastung kann bewirkt werden durch Spannen einer Feder nach Fig. 29 oder 30. Fig. 29 zeigt eine durch Drehen des Handrades *1* mehr oder weniger zusammengedrückte Drehungsfeder *2*, und Fig. 30 zeigt eine durch das Handrad *3*, Schnecke *4* und Schneckenrad *5* aufzuwindende Biegungsfeder *6*. Weiter kann man ein verschiebbares Laufgewicht

Schneckenrad

Fig. 30. Fig. 29.

nach Fig. 31 oder 32 anbringen. Die Verstellung mit Hilfe einer Feder hat den Nachteil, dass man mit derselben entweder nur belasten oder nur entlasten kann. Mit Rücksicht auf die im Regulator notwendige Masse ist die Entlastung der beste Weg, und man muss dann den Regulator so schwer


Fig. 31. Fig. 32.

machen, dass seine Verstellungskraft auch bei kleinster Umdrehungszahl (also weitgehendster Entlastung) ausreicht, während bei der Gewichtsverstellung der Regulator auf der einen Seite belastet, auf der anderen entlastet wird. Auf diese Weise ersetzt das Laufgewicht einen Teil des Urnen-



gewichtes und es genügt ein leichterer Regulator als bei Federentlastung. Zur Fig. 32 ist noch zu bemerken, dass diese Anordnung infolge der Hebelübersetzung kleine und leichte Laufgewichte ermöglicht, dass sich aber infolge des grossen Ausschlages die Hebelarme erheblich verändern, was bei der Konstruktion genau in Rechnung zu ziehen ist, um ein Labilwerden des Regulators zu verhüten.

Um Gewissheit darüber zu erlangen, dass diese Art der Regulierung den gestellten Bedingungen entspricht, kann man in das Diagramm Fig. 28 Kurven EF und GH (vgl. Fig. 33) einzeichnen, welche den Zusammenhang zwischen Umdrehungszahl und Füllung für verschiedene Lagen der Tourenverstellung ergeben. Diese Kurven sind bestimmt durch den Ungleichförmigkeitsgrad des Regulators und die Uebertragung seiner Bewegung auf die Steuerung. Wie ersichtlich (vgl. Fig. 33), ändert sich die Umdrehungszahl bei Fallen des Dampfdruckes von 5 auf 4 at nur unbedeutend, nämlich um 2 %, obwohl der Regulator einen Ungleichförmigkeitsgrad von 14 % besitzt.

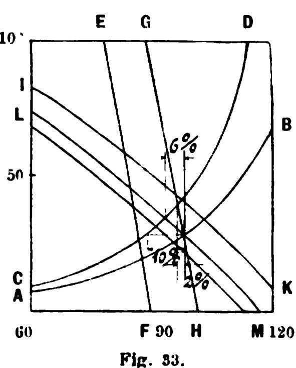


Fig. 33.

Dass man durch genügend grosse Be- und Entlastung der Hülse eine Veränderung der Umdrehungszahl in weiten Grenzen erreichen kann, ist leicht nachzuweisen. Bezeichnen wie früher C_q und C_g die Zentrifugalkräfte, um Muffengewicht Q und Schwunggewicht G im Gleichgewicht zu halten, und bezeichnet man $\frac{C_q}{Q}$ mit α und $\frac{C_g}{G}$ mit β, so ist $C = \alpha Q + \beta G = \frac{G}{g} r w^2$, also die Winkelgeschwindigkeit $w = \sqrt{\frac{g}{r}\left(\alpha \frac{Q}{G} + \beta\right)}$. Die Gleichung zeigt, dass man durch Vergrössern von Q die Umdrehungszahl erheblich steigern und andererseits auch auf Null bringen kann, indem man Q negativ macht, bis $\frac{\alpha Q}{G} = -\beta$ ist. Voraussetzung ist hierbei, dass die C_q-Kurve nicht zu weit von der astatischen Geraden abweicht, da sonst ein Labilwerden des Regulators bei so starker Veränderung der Hülsenbelastung unausbleiblich ist. Wenn man nur entlastet oder nur belastet, kann man allerdings ein Labilwerden durch Schrägstellen des Führungsarmes für das Laufgewicht verhindern (vgl. S. 778 Fig. 17). Eine zu weit gehende Entlastung der Hülse ist auch deshalb unvorteilhaft, weil die Verstellungskraft der Regulatoren bekanntlich im Quadrate der Tourenzahl abnimmt; denn es drücken bei einem Regulator (wenn die soeben gebrauchten Bezeichnungen beibehalten werden) Q und $\frac{\beta}{\alpha} G$ nach unten, $\frac{C}{\alpha}$ zieht nach oben. Die Verstellungskraft $P = Q + \frac{\beta}{\alpha} G - \frac{C}{\alpha}$ ist Null, wenn der Regulator im Gleichgewicht ist; ändert sich die Winkelgeschwindigkeit w um dw, so ändert sich C und P erhält einen von Null verschiedenen Wert. Weil Q und G konstant bleiben, ist $P = \frac{dC}{\alpha} = \frac{G}{\alpha g} 2 r w^2 \left(\frac{dw}{w}\right)$, d. h. für dieselbe prozentuale Aenderung der Winkelgeschwindigkeit ist die Verstellungskraft P proportional w^2, mithin auch dem Quadrate der Umdrehungszahl. Bei einer Verminderung der Umdrehungszahl von z. B. 100 auf 25 fällt demnach die Verstellungskraft von P auf $\frac{1}{16} P$. Unterschiede in der Umdrehungszahl von solcher Grösse sind (wie später gezeigt werden soll) bei Pumpmaschinen notwendig, und ist deshalb die Theorie der Aenderung der Verstellungskräfte schon hier erwähnt worden, obwohl in Ventilatorbetrieben Aenderungen der Umdrehungszahl in so weiten Grenzen nicht erforderlich sind; denn die geförderte Luftmenge verändert sich ungefähr wie die dritte Potenz der Umlaufszahl, so dass bei einem Verhältnis der grössten zur kleinsten Umdrehungszahl von 2 : 1 sich die gelieferten Luftmengen ungefähr wie 8 : 1 verhalten. Dabei ist die grösste Verstellungskraft des Regulators viermal so gross als die kleinste, so dass man mit einem mittelschweren Regulator auskommt und somit die beschriebene Art der Regulierung für Ventilatorbetriebe sehr zu empfehlen ist. Ferner beachte man, dass für alle Steuerungen mit Rückwirkung auf den Regulator die Verstellungskraft im Sinne von $2 \frac{C}{\alpha} \frac{du}{u}$ nicht so wichtig ist als vielmehr die Masse des Regulators, d. h. seine Widerstandsfähigkeit gegen Verschiebungen, und dass auch aus diesem Grunde das Entlasten der Hülse nicht so bedenklich ist, wie es von manchen Seiten dargestellt wird.

Man hat für Ventilatormaschinen auch stark statische Regulatoren, z. B. den *Weiss*'schen Leistungsregulator, angewandt. Derselbe hat den Vorteil unveränderter Verstellungskraft. Da dieser Vorteil bei den Ventilatormaschinen, wie nachgewiesen, nur unbedeutend ist, so lassen die übrigen Eigenschaften des Weiss-Regulators denselben für Ventilatorbetrieb als ungeeignet erscheinen, wie folgende Thatsachen zeigen. Der im höchsten Grade statische Regulator wird durch Aenderung der Länge des Stellzeuges (wie später ausführlicher erklärt werden wird) in eine neue Gleichgewichtslage gezwungen, welcher neuen Lage infolge seines hohen Ungleichförmigkeitsgrades eine von der ursprünglichen Lage mehr oder weniger verschiedene Geschwindigkeit entspricht. Zeichnet man wieder wie vorher einige (von der Uebertragung der Regulatorbewegung auf die Steuerung abhängige und deshalb von Fall zu Fall veränderliche) Kurven JK und LM, welche die Füllung als Funktion der Umdrehungszahl darstellen, so sieht man, dass bei schwankendem Dampfdruck die Umdrehungszahl zwar weniger schwankt als bei Abwesenheit eines Regulators; denn sie fällt in dem angezogenen Beispiel bei einem Sinken des Dampfdruckes von 5 auf 4 at um etwa 6 % gegenüber einem Abfall von 10 % bei Abwesenheit eines Regulators; aber dieses Ergebnis kann kaum zufriedenstellend genannt werden. Aus diesem Grunde sind Regulatoren mit veränderlicher Hülsenbelastung für diesen Zweck vorzuziehen.

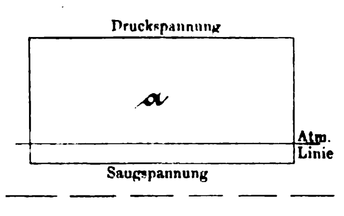
Die Eigentümlichkeit des Ventilatorbetriebes, aussergewöhnlich wechselnde Luftmengen zu erfordern, je nachdem wie der Betrieb in der Grube erweitert wird, oder plötzlich schlechte Wetter auftreten oder endlich die geförderte Luftmenge an Sonntagen vermindert wird, bedingt eine ebenso stark wechselnde Arbeit der Dampfmaschine. (Die pro Umdrehung zu leistende Arbeit wächst, wie schon mehrfach erwähnt, ungefähr wie das Quadrat der Umdrehungszahl.) Verbundmaschinen ermöglichen eine grosse Arbeitsleistung vorteilhaft nur mit Spannungsabfall im Aufnehmer und auch dann ist die Maximalarbeit noch sehr beschränkt. Aus diesem Grunde findet man bei grösseren Ventilatorbetrieben vielfach Zwillingsmaschinen, welche, wie bekannt, grössere Veränderung der Arbeitsleistung erlauben. Zwillingsmaschinen werden reguliert entweder durch Einwirkung nur eines Regulators auf beide Maschinenseiten, was eine Verbindungsstange zwischen denselben notwendig macht, oder aber durch Anwendung je eines besonderen Regulators für jede Maschinenhälfte. Letztere Anordnung ist für Ventilatorbetriebe nicht zu empfehlen, obwohl sie die allgemein unbeliebte Verbindungsstange beseitigt. Der Preis der Maschine wird zwar durch den zweiten Regulator nur unwesentlich erhöht, aber die Tourenverstellungen der beiden Regulatoren können ungleichmässig eingestellt werden, und was daraus folgt, lässt sich aus folgendem Beispiel entnehmen: Der eine Regulator werde so eingestellt, dass seiner Mittelstellung 90 Umdrehungen in der Minute entsprechen und der andere Regulator werde auf 95 Umdrehungen gestellt. Eine derartige Verschiedenheit der Einstellung kann leicht eintreten; denn wenn die Umdrehungszahlen durch Laufgewichte an den Regulatoren zwischen 60 und 120 Umdrehungen in der Minute verändert werden sollen, so entspricht dem Unterschiede von 90 auf 95 Umdrehungen nur etwa $^1/_{20}$ der ganzen Verschiebungslänge. (Bei Federbelastung nach Fig. 29 oder 30 ist die Gefahr ungleicher Einstellung noch grösser.) Haben ferner die Regulatoren $5^1/_2$ % Ungleichförmigkeitsgrad, so gibt

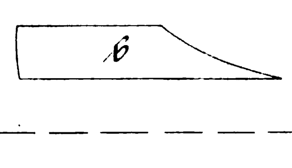
der eine schon 0% Füllung, wenn der andere noch Vollfüllung gibt, d. h. die ganze Arbeit wird von der einen Maschinenseite geleistet, während die andere geschleppt wird. Das ist aber Dampfverschwendung im höchsten Grade; denn die eine Seite arbeitet unökonomisch mit grösster Füllung, und die andere Seite verzehrt Reibungsarbeit. Das Beispiel ist gewählt, um den verhältnismässig grossen Einfluss einer geringen Verschiedenheit in der Lage der Tourenverstellung zu beweisen. Ein guter Maschinist wird zwar dafür sorgen, dass beide Regulatoren immer in gleicher Höhe stehen, aber solche Maschinisten gehören auf Kohlenzechen, wo die Mehrzahl der Ventilatoren gebraucht wird, leider zu den Ausnahmen.

Einem ähnlichen Gesetz, wie die Ventilatoren, folgen in Bezug auf den Zusammenhang zwischen Geschwindigkeit und Arbeitsleistung auch die Zentrifugalpumpen. Da aber Zentrifugalpumpenanlagen fast niemals mit schwankendem Dampfdruck zu kämpfen haben, so werden ihre Antriebsmaschinen im allgemeinen nicht mit Regulatoren versehen.

Regulierung der Pumpmaschinen.

Die entschieden grösste Mannigfaltigkeit in der Regulierung weisen die Pumpmaschinen auf. Man findet bei ihnen alles vertreten, von jeglicher Abwesenheit eines Regulators an bis zu den kompliziertesten automatischen Regulier- und Entlastungsvorrichtungen. Ebenso wie bei den Ventilatormaschinen erweist es sich auch bei den Pumpmaschinen als vorteilhaft, zu untersuchen, in welchen Fällen ein Regulator entbehrt werden kann, und in welchen ein solcher notwendig wird.





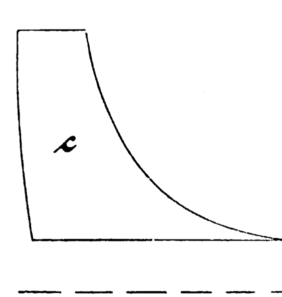


Fig. 34.

Betrachtet man die idealen Diagramme Fig. 34 einer Wasserpumpe *a*, eines Gebläses *b* und eines Kompressors *c*, so ist ersichtlich, dass die Maschine zur Ueberwindung des Nutzwiderstandes pro Umdrehung eine bestimmte, von der Umdrehungszahl unabhängige Arbeitsmenge zu leisten hat. Da ferner die Reibungsarbeit der Kolben, Kreuzköpfe u. s. w. gleichfalls eine von der Umdrehungszahl unabhängige Arbeitsmenge pro Umdrehung verzehrt, so genügt bei unveränderlichem Dampfdruck ein und dieselbe Füllung für alle Umdrehungszahlen. Will man aus einer Geschwindigkeit in eine andere übergehen, so ist zur Erzielung der Beschleunigung bezw. Verzögerung die Füllung ein wenig zu verändern, um nach Erreichen der gewünschten Umdrehungszahl wieder auf denselben Wert gebracht zu werden. Eine solche ideale Pumpe würde sich also ohne Regulator in genau so labilem Gleichgewichte befinden, wie eine Betriebsmaschine ohne Regulator. Bei der geringsten Abnahme des Dampfdruckes oder Zunahme des Pumpendruckes würde sie stehen bleiben und im entgegengesetzten Falle durchgehen. Als ein Beispiel für diesen Fall können die von der *Southwark Foundry and Machine Co.* in Philadelphia gebauten Gebläsemaschinen mit Gitterschiebern dienen. Die Diagramme Fig. 35 dieser Gebläsemaschinen folgen bei geringer Geschwindigkeit der Linie *1* und verändern sich bei steigender Geschwindigkeit durch die strichpunktierte Linie *2* in die Gestalt, welche die punktierte Linie *3* angibt, so dass die Arbeitsleistung für

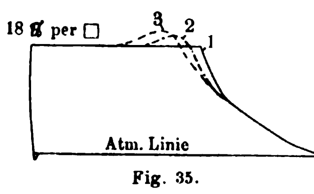


Fig. 35.

Geschwindigkeiten zwischen beispielsweise 20 und 50 Umdrehungen pro Minute fast unverändert bleibt. Ohne Regulator wäre demnach eine solche Maschine vollständig labil und würde unaufhörlichen Geschwindigkeitsschwankungen unterliegen.

Abweichend hiervon weisen jedoch die Durchschnitts-Luft- und Wasserpumpen ein mehr oder weniger geändertes Verhalten auf. Für die Mehrzahl der Pumpmaschinen steigt die pro Umdrehung zu leistende Arbeit mit zunehmender Geschwindigkeit, was besonders auffällig an kleinen und billigen Pumpen hervortritt. In Fig. 36 sind Diagramme dargestellt, wie sie an solchen Maschinen bei höheren Umdrehungszahlen auftreten. Zeichnet man in diese Diagramme solche für niedrige Umdrehungszahlen ein (welche von den idealen Diagrammen nur infolge der Ventilbelastung abweichen), so sieht man, dass der Mehraufwand an Arbeit für grössere Umdrehungszahlen nur von den Verlusten herrührt, und dass die Arbeitsunterschiede für wechselnde Geschwindigkeiten um so grösser werden, je grösser die Verluste gegenüber der Nutzarbeit sind. Beachtet man ferner, dass auch in der Dampfmaschine bei höheren Umdrehungszahlen Verluste durch Dampfdrosselung auftreten, so folgt: Je schlechter eine Pumpmaschine ist in Bezug auf freie Durchströmquerschnitte für Dampf und Förderflüssigkeit, sowie auf leichtes Oeffnen der Ventile, desto mehr kann sie einen Regulator entbehren, und umgekehrt: Je vollkommener eine Pumpmaschine ist, desto gefährlicher ist es, sie ohne Regulator laufen zu lassen. Diese Ueberlegung setzt voraus, dass der Druck, gegen welchen die Pumpe zu arbeiten hat, durch die Umdrehungszahl nicht beeinflusst wird, wie es z. B. bei Reservoirpumpen mit Ueberlauf der Fall ist. Wenn der Arbeitsdruck mit der Umdrehungszahl wächst, wie bei einem Hochofengebläse, Bergwerkskompressor u. s. w., so ist die obige Schlussfolgerung nicht ganz zutreffend. Jedoch ist es besser, von diesem Steigen des Druckes abzusehen, weil sehr häufig mehrere Gebläsemaschinen oder Kompressoren „parallel geschaltet“ in dieselbe Rohrleitung drücken; in diesem Falle ist der Druck in der Rohrleitung nicht von der Umdrehungszahl einer Maschine, sondern von der Summe der Umdrehungszahlen mehrerer Maschinen abhängig, so dass auch hier eine unveränderliche Geschwindigkeit für jede Maschine nur durch einen Regulator oder Drosselverluste eingehalten werden kann. Trägt man, ähnlich wie es bei den Ventilatormaschinen geschehen ist, auch für Pumpmaschinen die Füllung als Funktion der Umdrehungszahl auf (Fig. 37), so ergibt sich für die verlustfreie Pumpe eine der Abscissenachse gleichlaufende Gerade *1*, während für die Mehrzahl der wirklich ausgeführten Pumpen sich flachlaufende Kurven, etwa *2* und *3* ergeben, welche sich für geringere Geschwindigkeiten der Gerade *1* anschmiegen. Die Kurve *2* stellt somit graphisch den bekannten Erfahrungssatz dar, dass die Geschwindigkeit guter Pumpen mit reichlichen Ventilquerschnitten und leichten Ventilen sich schon bei geringer Verstellung der Füllung ganz bedeutend ändert. Um nun auch solche Pumpmaschinen gefahrlos ohne Regulator be-

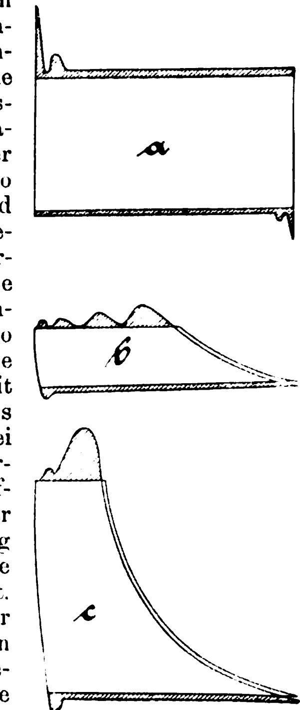


Fig. 36

Fig. 37.

treiben zu können, gibt es ein einfaches, von allen Maschinisten mit Vorliebe angewandtes, billiges, aber auf die Dauer teueres Mittel, nämlich Dampfdrosselung im Hauptabsperrventil. Dieses Mittel ist sehr wirksam und macht die Kurve *2* im Diagramm Fig. 37 erheblich schneller ansteigen, stellt aber den Wert der an der Maschine meistens vorhandenen Expansionssteuerung gänzlich in Frage.

Die Leistung einer Pumpmaschine kann man dem wechselnden Arbeitsbedarf genau so durch Veränderung der Dampfmaschinenfüllung anpassen, wie bei einer Dynamo- oder Transmissionsbetriebsmaschine. Es ist zu diesem Zwecke nur nötig, die Saugventile der Pumpe zu steuern und wechselnde Mengen der angesaugten Förderflüssigkeit aus den Saugventilen wieder zurückfliessen zu lassen, ein Weg, der, beiläufig bemerkt, häufig in solchen Fällen beschritten wird, wo eine Aenderung der Umdrehungszahl schwierig ist, wie im Falle von Pumpenantrieb durch Turbinen, Wasserräder, Elektromotoren. Das weit natürlichere und allgemein angewandte Mittel zur Veränderung der Leistung ist jedoch die Aenderung der Umdrehungszahl, während die Füllung nur wenig geändert wird. Hieraus ergibt sich die Forderung, die Umdrehungszahl der Maschine zwischen Null und einem Höchstwerte verändern zu können, entsprechend 0 % Füllung und Vollfüllung bei der Betriebsmaschine, oder aber intermittierenden Betrieb einzuführen mit einer normalen, wenig veränderlichen Umdrehungszahl und Ruhepausen. In beiden Fällen ist automatische Anpassung an den Betrieb vorteilhaft.

Die Aufgabe, die Umdrehungszahl der Maschine in weiten Grenzen zu ändern, hat man auf verschiedene Weise zu lösen versucht. Das naheliegendste Mittel ist die Aenderung der Uebersetzung zwischen Regulator und Dampfmaschine. Der Regulator behält seine Umdrehungszahl unverändert bei und die Umdrehungszahl der Maschine ändert sich in dem Masse, wie das Uebersetzungsverhältnis zwischen Maschine und Regulator verändert wird, wobei die Verstellungskraft des Regulators sich stets gleich bleibt und zwar sowohl in dem Sinne von $2 \frac{C}{a} \frac{du}{u}$ als auch in dem Sinne von gesamter widerstehender Regulatormasse. Sehr häufig findet man zu diesem Zwecke die Stufen-

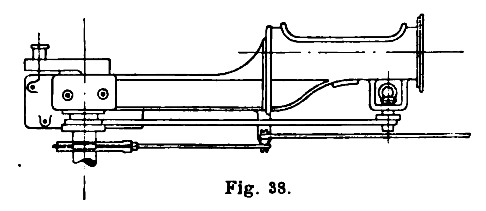


Fig. 38.

scheiben verwandt nach Fig. 38. Diese einfache Anordnung hat den sehr grossen Nachteil, dass man die Umdrehungszahl ohne Gefahr nur ändern kann beim Stillstand der Maschine, und dass aus diesem Grunde eine automatische Aenderung gänzlich ausgeschlossen ist.

Besser sind in dieser Hinsicht konische Trommeln nach Fig. 39. Dieselben erfordern aber eine so grosse

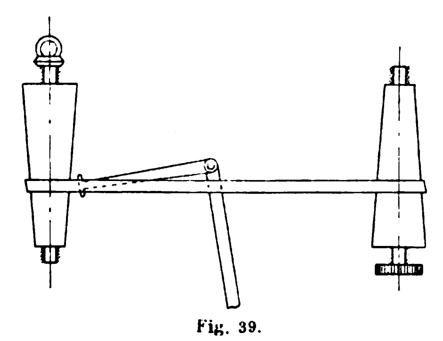


Fig. 39.

Baulänge, dass man meistens die eine Trommel nicht auf die Hauptwelle setzen kann, sondern eine Zwischenwelle anwenden muss. Wollte man die Baulänge verkleinern, so würden die Kegel zu steil werden und das Gleiten der äusseren Teile des Riemens zerstörend auf denselben einwirken. In einigen Fällen kann man sich vorteilhaft der *Evans*'schen Reibungskegel bedienen (Fig. 40). Bei der Anwendung beider Vorrichtungen ist darauf zu achten, dass die Riemen rechtzeitig erneuert werden.

Vielfach angewandt werden ferner Reibungsräder nach Fig. 41 und 42. Die Anordnung Fig. 42 hat den Vorteil, dass der Regulator in der Mehrzahl der Fälle kein Spurlager braucht, und das ganze stets gleich bleibende Regulatorgewicht für die Anpressung der Reibräder zur Verfügung steht. Nur bei ganz grossen Regulatoren wird es nötig, einen Teil des Regulatorgewichtes durch ein nachgiebiges Lager *1*, wie in der Figur angedeutet, aufzunehmen. Beide Vorrichtungen, sowohl nach Fig. 41 wie nach Fig. 42, arbeiten gut, wenn man sich zu reichlichen Abmessungen entschliesst und die Reibräder frei von Oel gehalten werden. Die Sicherheit der Uebertragung wird bedeutend erhöht, wenn die treibenden Räder *2* mit Leder oder Papier überzogen oder aber aus Vulkanfiber hergestellt werden. Dagegen ist die hier und da zu treffende Anordnung, das Planrad *3* mit Leder zu überziehen, unvorteilhaft. Sobald als nämlich die Maschine längere Zeit mit gleich bleibender Umdrehungszahl arbeitet, quetscht sich das Leder in dem entsprechenden Ringe des Planrades weg und es bereitet dann das Verschieben des Reibrades *2* Schwierigkeiten. In Nordamerika hat man mehrfach das bekannte *Sellers*sche Reibrädergetriebe (Fig. 43 und 44) benutzt, welches durch Verschieben der mittleren Scheiben *1* Veränderung der Umdrehungszahl innerhalb weiter Grenzen erlaubt. Diese Konstruktion hat sich ebenso wie die vorher beschriebenen überall da gut bewährt, wo die Räder reichlich gross gewählt wurden. Wenn die Räder zu klein sind, wird die Regulatorwirkung träge; denn die Räder gleiten bei jeder Geschwindigkeitsänderung, namentlich beim Anlassen der Maschine, und fressen tiefe Rillen in die Räder *1* bezw. *3*. Das Gleiten wird erheblich beeinflusst durch die Art, wie das Urnengewicht mit dem Regulator verbunden ist. Die Urne muss lose auf der Regulatorspindel sitzen, so dass sie nicht an den Geschwindigkeitsänderungen der Spindel sofort teilzunehmen braucht.

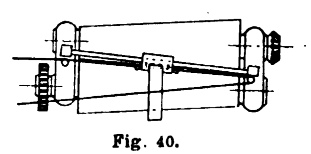


Fig. 40.

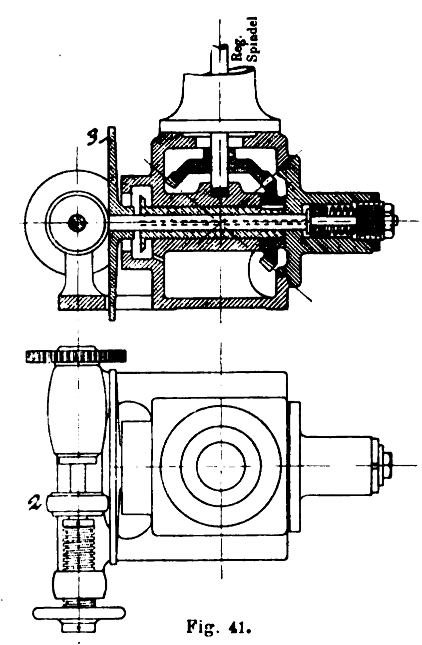


Fig. 41.

Ein einfacher Weg, allmähliche Aenderung der Uebersetzung zwischen Maschine und Regulator ohne Zuhilfenahme der nicht immer zuverlässigen Reibung zu erreichen, ist bisher nicht bekannt.

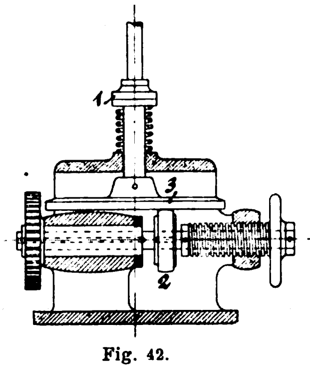


Fig. 42.

Ein zuverlässiges und bequemes Mittel zur allmählichen Veränderung der Umdrehungszahl bietet die Veränderung der Hülsenbelastung. Dieses Mittel ist, wie früher gezeigt, besonders als Hülsenentlastung ausserordentlich wirksam, bedingt aber schnelles Sinken der Verstellungskraft beim Sinken der Umdrehungszahl und für eine grosse Zahl von Konstruktionen eine bedeutende Aenderung des Ungleichförmigkeitsgrades δ. Die Aenderung von δ, welche, weil nicht genügend beachtet, häufig

zu Labil- und somit Unbrauchbarwerden der Regulatoren geführt hat, lässt sich beseitigen durch Wahl von Regulatoren mit astatischer C_q-Kurve oder durch Anwendung konstruktiver Mittel, wie Schrägstellung der Bahn des Laufgewichtes, Verlegung derselben über oder unter den Drehpunkt des Hebels, Anwendung von Zusatzfedern u. s. w. Was die schon vorhin behandelte Abnahme der Verstellungskraft betrifft, so wird häufig übersehen, dass dieselbe für Pumpmaschinen nicht dieselben unangenehmen

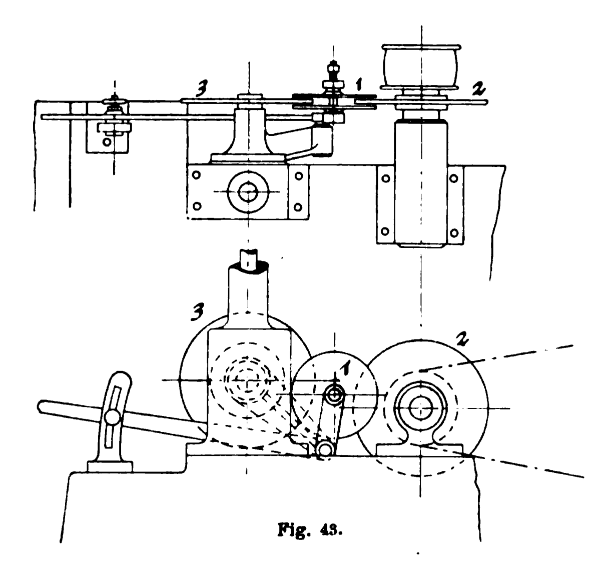


Fig. 43.

Folgen hat wie für Betriebsmaschinen; denn im Pumpen- und Gebläsebetriebe sind sprungweise Aenderungen der Belastung nahezu ausgeschlossen und der Regulator hat genügend Zeit, um die allmählich eintretenden Belastungswechsel einzustellen. Ferner sei darauf hingewiesen, dass die Abnahme der Verstellungskraft im Sinne von $2\frac{C}{\alpha}\frac{du}{u}$ nicht für alle Steuerungen von gleicher Bedeutung ist. Während die Abnahme der Verstellungskraft auf Steuerungen mit nur passivem Widerstande (z. B. Rider-Steuerungen) einen deutlich bemerkbaren Einfluss ausübt, weil der Regulator den Schieber kaum noch zu bewegen vermag, so ist der Einfluss für Ausklinksteuerungen nahezu Null. Pumpmaschinen mit Corliss-Steuerung lassen sich durch Entlastung der Regulatorhülse so weit verlangsamen, als das Schwungrad es zulässt. Für Steuerungen mit Rückwirkung auf den Regulator ist eben die gesamte widerstehende Regulatormasse weit wichtiger als die prozentuale Verstellungskraft $2\frac{C}{\alpha}\frac{du}{u}$.

Demgegenüber bietet für Rider-Steuerungen der sogen. Leistungsregulator von *Weiss* (Fig. 45) den Vorteil gleichbleibender Verstellungskraft. Dieser Regulator besteht,

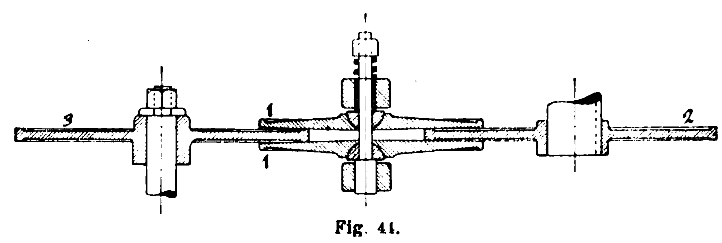


Fig. 44.

wie schon erwähnt, in der Verbindung eines äusserst statischen Regulators ($\delta = 120\,\%$) mit einem veränderlichen Stellzeug. Der Weiss-Regulator besitzt direkt aufgehängte Walzen *1*, auf welchen die schwere Hülse *2* ruht. Die Längsveränderung des Stellzeuges wird durch ein Handrad *3* mit Zwieselschraube in der Regulatorverbindungsstange bewirkt. Die Verstellung des Rades *3* verändert die relative Lage der Regulatorschwungmassen gegenüber der Steuerung der Maschine. Der Vorgang beim Verändern der Umdrehungszahl ist am durchsichtigsten für eine ideale verlustlose Pumpe, welche für alle Geschwindigkeiten die gleiche Dampfmaschinenfüllung verlangt. Wird das Handrad *3* gedreht, so wird je nach dem Drehungssinne desselben die Füllung der Maschine vergrössert oder verkleinert, weil der Regulator infolge seines Beharrungsvermögens vorläufig in seiner Stellung verbleibt. Da jetzt Dampfarbeit und Pumpenarbeit nicht mehr im Gleichgewichte sind, ändert sich die Maschinengeschwindigkeit, wodurch der Regulator gezwungen wird, seine Lage so lange zu wechseln, bis wieder Gleichgewicht zwischen Dampfarbeit und Pumpenarbeit hergestellt ist. Der Enderfolg ist demnach, dass bei gleichbleibender Füllung der Regulator in eine andere Lage „gedrückt" worden ist, welcher neuen Lage infolge des hohen Ungleichförmigkeitsgrades δ eine von dem Ausgangswerte verschiedene Umdrehungszahl entspricht. Ist die Pumpmaschine nicht ideal verlustlos, so geht die Füllung nicht wieder auf den ursprünglichen Wert zurück, sondern bleibt auf einem Zwischenwerte stehen, welcher die Dampfarbeit der Pumpenarbeit bei der neuen Umdrehungszahl anpasst. Man muss demnach, um eine gleich grosse Geschwindigkeitsänderung zu erzielen, in diesem Falle weiter schrauben als bei einer verlustfreien Pumpmaschine. Zu bemerken ist noch, dass das Verstellen des Handrades, das dadurch erzielte Bewegen der Steuerung, und endlich das selbstthätige Rückverstellen derselben durch den Regulator nicht zeitlich getrennt nacheinander erfolgen müssen, sondern sich teilweise überdeckend zu gleicher Zeit vor sich gehen.

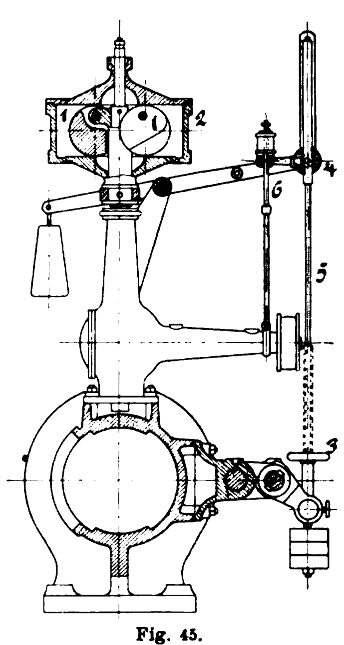


Fig. 45.

Die Einfachheit dieses Regulierprinzips, die Abwesenheit jeder Gewichtsverschiebung oder Aenderung des Uebersetzungsverhältnisses zwischen Maschine und Regulator, sowie die trotz weiter Verstellung ungeänderte Verstellungskraft haben dem Weiss-Regulator eine ausgedehnte Anwendung verschafft. Es ist aber nicht zu verkennen, dass dieses Regulierungsprinzip, welches einige vermeintliche Uebelstände der vorher beschriebenen Regulierungsarten beseitigt, wieder andere Unzuträglichkeiten mit sich bringt, wie aus folgender Ueberlegung hervorgeht: Hat man die Maschine auf raschen Gang gestellt und tritt ein Bruch des Pumpendruckrohres ein, so ist dieselbe plötzlich völlig entlastet. Ein gewöhnlicher Geschwindigkeitsregulator wird in einem solchen Falle auf 0 % Füllung einstellen, wobei die Umdrehungszahl je nach der Grösse von δ um 5 bis 10 % steigt. Der *Weiss*'sche Regulator ist dazu ohne weiteres nicht im stande, denn er steht bei hoher Umgangszahl bereits am oberen Hubende und kann demnach die Steuerung nicht mehr genügend verstellen, um ein Durchgehen der Maschine zu verhindern. Um der sich hieraus ergebenden Gefahr vorzubeugen, ist der Weiss-Regulator mit einer Vorrichtung versehen, welche, sobald als die höchste Regulatorstellung (und damit gleichzeitig die Maximalgeschwindigkeit der Maschine) erreicht ist, die Verbindung zwischen Regulator und Steuerung trennt und eine Kraft auslöst, welche die Steuerung auf 0 % Füllung stellt. Diese Ausklinkvorrichtung besteht im wesentlichen aus einer Nuss *4*, welche bei höchster Regulatorstellung durch den Anschlag *6* gedreht wird und der eingekerbten belasteten Verbindungsstange *5* gestattet, herabzugleiten. Durch diesen Apparat geht der Hauptvorteil des Weiss-Regulators, nämlich die Einfachheit, wieder verloren [1]).

[1]) Die Anbringung einer Ausklinkvorrichtung lässt sich vermeiden durch eine verhältnismässig einfache Sicherheitsvorrichtung in Verbindung mit dem Hauptabsperrventil (Fig. 46). In die Absperrventilsäule tritt durch das Rohr *1* die Förderflüssigkeit (Wasser, Druckluft u. s. w.) und presst den Kolben *2* nach oben. Während des normalen Betriebes, d. h. so lange als Druck in der Leitung ist, wird *2* in dieser Stellung starr festgehalten.

Der Weiss-Regulator verursacht ein auffälliges Schwanken der Umdrehungszahl beim Wechsel der Dampfspannung oder des Druckes der Förderflüssigkeit. Fällt die Dampfspannung oder steigt der Flüssigkeitsdruck, so muss die Dampffüllung vergrössert werden und die Maschine läuft infolge der zu diesem Zwecke notwendigen tieferen Regulatorstellung naturgemäss langsamer. Eine Verlangsamung ist demnach unausbleiblich, aber der Weiss-Regulator hat die unangenehme Eigenschaft, eine Maschine ungefähr 10mal so viel zu verlangsamen als ein normaler Geschwindigkeitsregulator es thut. Verändern sich Dampf- bezw. Förderflüssigkeitsdruck in der anderen Richtung, so steigt die Umdrehungszahl. Treffen Erhöhung der Dampfspannung und Sinken der Luftspannung zusammen (was auf Kohlenzechen und Hüttenwerken nur zu häufig geschieht), so ändert sich bisweilen die Umdrehungszahl so weit, dass die Regulatorausklinkvorrichtung in Wirksamkeit tritt, was leicht zu Betriebsstörungen Veranlassung geben kann.

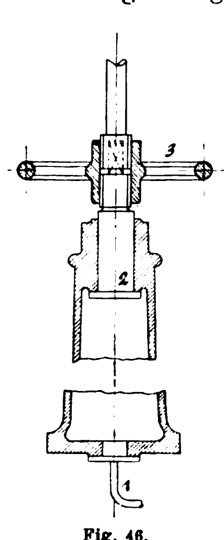


Fig. 46.

Diese Geschwindigkeitsschwankungen haben dem Weiss-Regulator den Vorwurf eingetragen, dass er für Maschinen, welche mit häufig wechselnder Dampfspannung zu arbeiten haben — das sind vor allem Hütten- und Bergwerkspumpmaschinen —, unbrauchbar sei. Dieser Vorwurf ist zum grössten Teile berechtigt, denn dass sich die Umdrehungszahl der Maschine beim Wechsel der Dampfspannung bedeutend ändert, ist unerwünscht, weil damit ein Wechsel der Luftspannung und infolgedessen Unregelmässigkeiten im Gange der durch Luftdruck bethätigten Apparate bezw. des Hochofens verbunden sind. Andererseits ist nicht zu verkennen, dass die Veränderung der Umdrehungszahl beim Wechsel der Luftspannung häufig sehr erwünscht ist, denn ein Fallen derselben ist die Folge von erhöhtem Verbrauch und umgekehrt. Hier helfen also die Schwankungen in der Umdrehungszahl, den Betrieb gleichmässiger zu gestalten, besonders bei erhöhtem Luftverbrauch, während bei vermindertem Verbrauch die Umdrehungszahl zwar sinkt, aber die Luftspannung so lange steigt, bis die Dampfmaschine die Arbeit nicht mehr schaffen kann und stehen bleibt (falls sich auf dem Luftbehälter kein Sicherheitsventil befindet). Die Beschleunigung der Maschine bei Eintritt von Spannungsabfall in der Windleitung ist aber auch die einzige Eigenschaft des Weiss-Regulators, welche ihm für Gebläsemaschinen eine gewisse Berechtigung verschaffen kann; denn der plötzliche Spannungsabfall in der Windleitung, welcher beim Umschalten der Winderhitzer entsteht, wird infolge der erhöhten Umdrehungszahl schnell ausgeglichen, was die Anwendung pseudoastatischer Regulatoren nicht in dem Masse ermöglicht. Der dem Weiss-Regulator hier und da gemachte Vorwurf, dass bei Versetzungen im Ofen die steigende Luftspannung eine Zerstörung des Ofens zur Folge habe, trifft im gleichen Masse die pseudoastatischen Regulatoren. (Ein solcher Fall kann beiläufig nur da eintreten, wo Sicherheitsventile auf der Windleitung fehlen.)

Dort, wo es auf Einfachheit und Billigkeit ankommt, z. B. bei kleinen Kompressoren, Luft- und Wasserpumpen für Kondensationsanlagen, ist der Weiss-Regulator unbedingt am Platze, und das ist ja auch dasjenige Feld, für welches er erfunden wurde. Dagegen ist die Anwendung, welche er in Deutschland für Pumpmaschinen und Gebläsemaschinen gefunden hat, hauptsächlich Modesache und ausserdem eine gewisse Bequemlichkeit der Maschinenkonstrukteure, denen in den *Weiss*'schen Prospekten alles so wunderbar zurecht gemacht ist, dass die Verdauung keine Schwierigkeiten bereitet. Ob sich aber der Weiss-Regulator für den Grossmaschinenbau auf die Dauer halten kann, erscheint zum mindesten zweifelhaft.

Drehung des Handrades *3* öffnet und schliesst dann das Hauptabsperrventil in bekannter Weise. Verschwindet aber durch Rohrbruch der Druck unter dem Kolben *2*, so fällt derselbe mitsamt Handrad *3* und Ventilspindel nieder und schliesst das Dampfventil. Die Anwendung dieser Vorrichtung empfiehlt sich namentlich auch für ohne Regulator laufende Pumpmaschinen, deren Sicherheit sie bedeutend erhöht.

Der Vollständigkeit wegen sei erwähnt, dass eine Aenderung der Geschwindigkeit von Pumpmaschinen auch durch Veränderung des Regulatorgetriebes versucht worden ist, jedoch leiden diese Einrichtungen bisher noch an einer solchen Kompliziertheit, dass sie in ihrer jetzigen Gestalt wenig Hoffnung auf Anwendung erwecken können, und daher hier von einer Beschreibung derselben abgesehen werden kann.

Es wurde schon darauf hingewiesen, dass die Anpassung der Umdrehungszahl an den Betrieb entweder von Hand oder aber selbstthätig erfolgen kann. Die Einstellung von Hand hat da Berechtigung, wo die Schwankungen im Verbrauch von Förderflüssigkeit nur selten denjenigen Betrag überschreiten, welcher durch Akkumulatoren, Wasser- oder Luftbehälter ausgeglichen werden kann, ferner da, wo billige Maschinenwartung zur Verfügung steht, und endlich da, wo die Geschwindigkeit der Pumpmaschine von dem Fortgange eines Arbeitsprozesses abhängt (Beispiel: Bessemer-Gebläse). In allen übrigen Fällen ist es jedoch vorzuziehen, die Leistung der Maschine selbstthätig verändern zu lassen. Von den beiden hierfür zur Verfügung stehenden Wegen: 1. die Umdrehungszahl dem jeweiligen Verbrauche anzupassen und 2. durch Einführung von Betriebspausen zu regulieren, führt der erste fast immer auf Anwendung eines Kolbens, welcher eine Feder dem wechselnden Druck der Förderflüssigkeit entsprechend zusammenpresst und die Vorrichtung zur Veränderung der Geschwindigkeit verschiebt. Als Beispiel diene die in Fig. 47 dargestellte Vorrichtung, welche (soweit als dem Verfasser bekannt) in Deutschland zuerst von *Hartung* in Düsseldorf gebaut und dann später mehrfach nachgeahmt worden ist.

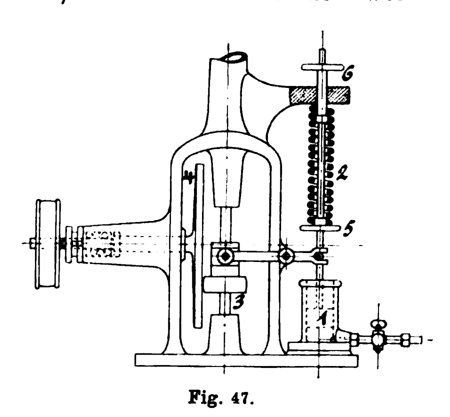


Fig. 47.

Die Druckluft bezw. das Wasser tritt unter den Kolben *1*, presst bei steigender Spannung (also verringertem Verbrauch) die Feder *2* zusammen und verlangsamt mit Hilfe der Reibräder *3* und *4* die Maschine. Die Spannung der Feder *2* in tiefster Lage des Kolbens *1* und damit auch die Spannung der Luft, bei welcher der Apparat anfängt zu wirken, werden eingestellt durch die Mutter *5*, während die Mutter *6* den Kolbenhub nach oben begrenzt. Der Apparat hält die Luftspannung um so gleichmässiger, je biegsamer die Feder *2* ist. Durch die Grösse des Planrades *4* ist die Minimalgeschwindigkeit der Pumpmaschine beschränkt — weil der Durchmesser des Rades *3* nicht beliebig verkleinert werden darf, ohne die Sicherheit der Uebertragung zu gefährden — und damit sind der Anwendungsfähigkeit des Apparates Grenzen gezogen; denn die Maschine läuft mit der Minimalgeschwindigkeit auch dann weiter, wenn keine Luft verbraucht wird. Der Ueberschuss muss in diesem Falle durch die Sicherheitsventile abgeblasen werden.

Derselbe Uebelstand haftet dem Apparat von *Weiss* (Fig. 48) an. Auch bei diesem wirkt der Druck der Förderflüssigkeit auf den Kolben *1* und presst die Feder *2* zusammen, deren Anfangsspannung mit Hilfe der Mutter *3* eingestellt werden kann. Da die Lage des Punktes *4* sich nur wenig verändert, so ist ersichtlich, dass eine Auf- und Abbewegung des Kolbens *1* eine Auf- und Abbewegung des statischen Regulators und somit eine der veränderten Höhenlage des Regulators entsprechende Geschwindigkeitsänderung zur Folge hat. Es wurde soeben hervorgehoben, dass auch bei diesem Apparate die Minimalgeschwindigkeit noch ziemlich hoch ist, so dass die Sicherheitsventile

heftig abblasen müssen, wenn plötzlich starke Verminderung des Luft- oder Wasserverbrauches eintritt.

Der Apparat von *Hartung* (Fig. 47), welcher in Verbindung mit pseudoastatischen Regulatoren gebraucht wird, wirkt sicher und zuverlässig, wenn Steuerkolben *1*, Feder *2* und die Reibräder *3* und *4* genügend gross bemessen werden. Dagegen erregt der *Weiss*'sche Apparat einige Bedenken. Der Hub des statischen Regulators wird ausgenutzt, um die Geschwindigkeit zu verändern, während der die Dampffüllung bestimmende Punkt *4* nahezu fest

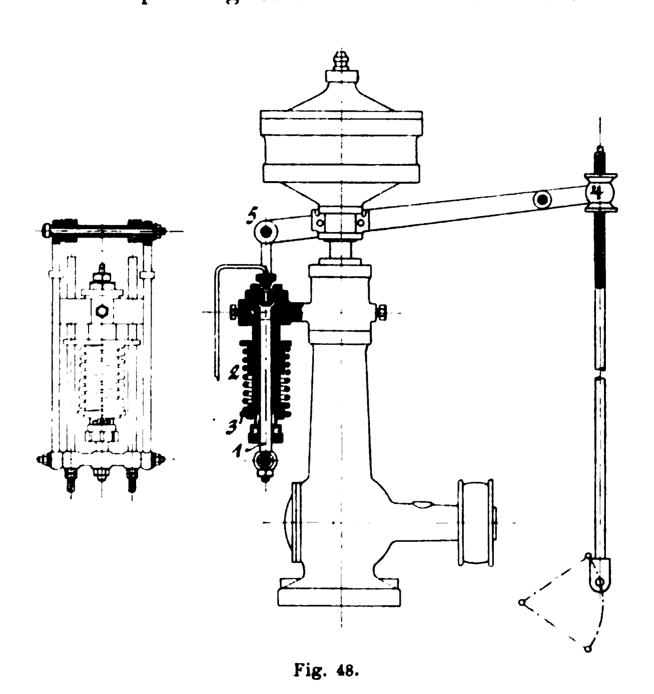


Fig. 48.

liegt. Tritt ein Bruch des Druckrohres ein, so verschwindet der Druck auf den Kolben *1* und der Regulator steigt in seine höchste Lage, wobei Punkt *4* nach einer kurzen Niederschwingung wieder auf ungefähr dieselbe Stelle kommt. Um dann die Steuerung auf 0 % Füllung zu stellen, müsste sich der Regulator noch um ein bedeutendes Stück heben; da er aber seine höchste Lage erreicht hat, so geht die Maschine durch, falls nicht ein Ausklinkmechanismus (ähnlich dem in Fig. 45 abgebildeten) vorgesehen ist. Aber auch mit einer Auslösevorrichtung ist der *Weiss*'sche Automat (Fig. 48) nicht einwandfrei. Die Ausklinkvorrichtung tritt in Thätigkeit, sobald als der Regulator seine höchste Lage erreicht. Nun steigen bei fallender Luftspannung Punkt *5* und bei wachsender Dampfspannung Punkt *4*. Treffen hohe Dampfspannung und niedrige Luftspannung (d. h. starker Luftverbrauch) zusammen, so wird der Regulator in seine höchste Lage gedrückt und klinkt aus zu einer Zeit, wo es am wenigsten erwünscht ist. Dann hat der ganze Betrieb zu warten, bis der Regulator wieder eingerückt ist, und das kann unter Umständen lange dauern; denn automatische Vorrichtungen werden immer da angebracht, wo man Menschenmaterial sparen will. Diese Uebelstände des *Weiss*'schen Automaten zusammen mit der Unbequemlichkeit, dass er vom Regulatorfabrikanten nicht mitgeliefert wird, sondern jeder Käufer ihn selber herstellen muss, erklären seine verhältnismässig seltene Anwendung.

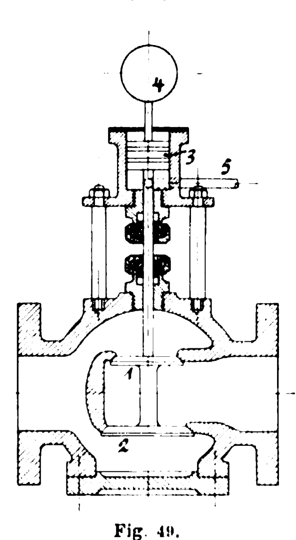


Fig. 49.

Weit häufiger und mit entschiedenem Erfolge ist der Betrieb mit selbstthätig eingeleiteten Unterbrechungen angewandt worden. Die Unterbrechung tritt ein bei Steigen des Luft- bezw. Wasserdruckes oder des Akkumulators oder endlich der Wassersäule selbst. Eine der einfachsten auf diesem Prinzip beruhenden Ausführungen ist schematisch in Fig. 49 dargestellt. Das Dampfventil *1* und *2* wird durch sein eigenes Gewicht, sowie das Gewicht des Kolbens *3* und der Belastungskugel *4* offen gehalten. Der Raum unter dem Kolben *3* steht durch das Rohr *5* mit der Förderflüssigkeit in Verbindung, so dass bei einer durch die Grösse des Gewichtes *4* bestimmten Spannung derselben *1*, *2*, *3* und *4* in die Höhe gehoben werden und die Pumpmaschine stillgesetzt wird. Fällt infolge vermehrten Verbrauches der Druck, so öffnet sich das Dampfventil selbstthätig wieder.

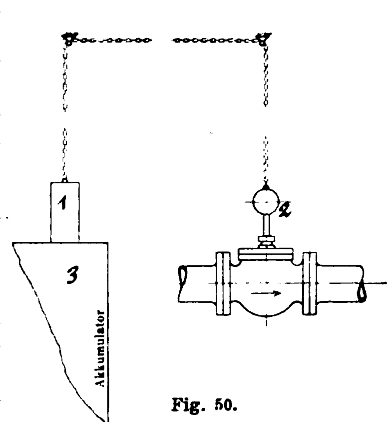


Fig. 50.

Um das in Rede stehende Prinzip zur Regulierung von Presspumpen und Reservoirpumpen verwenden zu können, muss man das Dampfventil mit dem Akkumulator bezw. einem Schwimmer in Verbindung bringen. Auf sehr einfache Weise ist diese Verbindung hergestellt in der „Home-made“-Vorrichtung (Fig. 50). Der in die Höhe steigende Akkumulator hebt das grosse Gewicht *1* und gestattet auf diese Weise dem kleinen Gewichte *2* das Dampfventil zu schliessen. Die Gewichte sind schwer genug gewählt, um Hängenbleiben des Ventils zu vermeiden. Fällt der Akkumulator, so wird das Gewicht *2* in die Höhe gezogen und das Dampfventil geöffnet. Wenn die Uebertragungskette reisst, bleibt die Pumpe stehen.

Eine feinere konstruktive Durchbildung zeigen die Apparate, welche eine hydraulische Uebertragung vom Akkumulator zum Drosselventil benutzen (vgl. Fig. 51). Der in die Höhe steigende Akkumulator *1* zieht den Schieber *2* in die Höhe und gestattet dem Kraftwasser den Zutritt zum Kolben *3*, welcher niedergeht und den Dampf absperrt. Wenn der Akkumulator fällt, wird der Schieber *2* niedergedrückt und verbindet den Raum über dem Kolben *3* mit der Atmosphäre. Der von unten auf

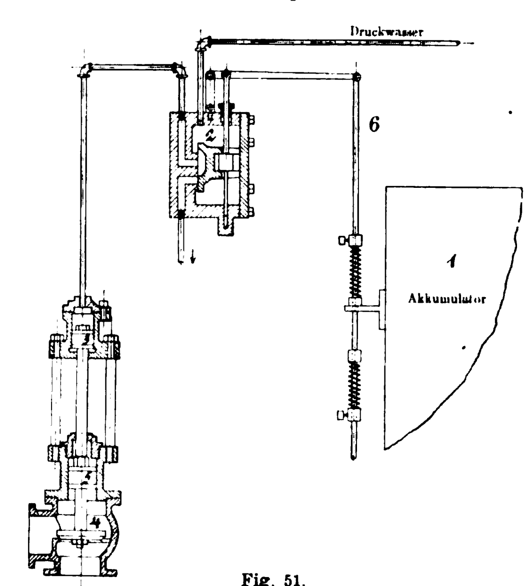


Fig. 51.

das Ventil *4* wirkende Druck öffnet dann den Dampfzufluss zur Pumpe. Der Druck auf den Kolben *5* hält das Ventil während des Ganges der Pumpmaschine sicher offen. Durch Ueberdeckungen am Schieber *2* oder durch verschiebbare Anschläge an der vom Akkumulator bethätigten Stange *6* kann der Apparat so eingestellt werden, dass der Akkumulator (bezw. Schwimmer für Reservoirpumpen) erst ein bestimmtes Stück fällt, bevor die Pumpe wieder zu arbeiten anfängt.

In Nordamerika hat man infolge der hohen Arbeitslöhne der selbstthätigen Regulierung grosse Aufmerksamkeit zugewandt und sich namentlich bemüht, marktfähige Regulatoren zu schaffen. Als Beispiele hierfür mögen die Regulatoren von *Fisher* (Fig. 52) und von *Metz* (Fig. 53) dienen. Dieselben bestehen aus je einem Doppelsitzventil *1* und *2*, welches durch die Feder *3* bezw. das Gewicht *4*

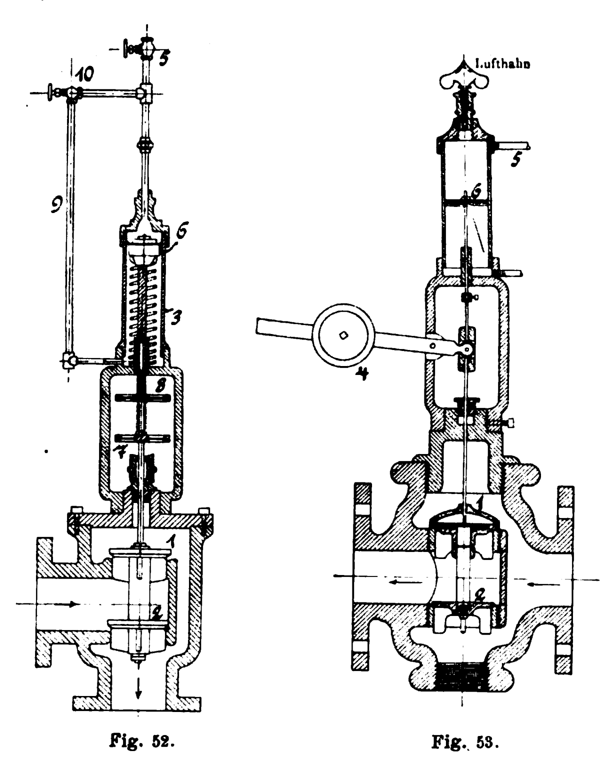


Fig. 52. Fig. 53.

und die Differenz des Dampfdruckes auf beide Ventilteller offen gehalten wird. Das Rohr *5* verbindet den Regulator mit der Pumpendruckleitung, so dass der Dampf abgesperrt wird, wenn der auf dem Kolben *6* lastende Wasser- bezw. Luftdruck eine gewisse Höhe überschreitet. Die Höhe dieser Spannung wird eingestellt durch das Handrad *7* bezw. das Gewicht *4*. Durch Drehen des Handrades *7* schraubt man den unteren Teil der Ventilspindel in den oberen und verändert dadurch die Länge der Feder *3* bei geschlossenem Ventil, also auch die von derselben ausgeübte Kraft und damit denjenigen Flüssigkeitsdruck, welcher das Ventil schliesst. Handrad *8* dient als Gegenmutter und Rohr *9* mit Ventil *10* dient dazu, den Apparat im Bedarfsfalle ausser Betrieb zu setzen. Die beiden Handräder hätte man billiger durch eine Zwiesel-Schraube mit Sechskant ersetzen können. Der Fisher-Regulator (Fig. 52) schliesst, weil von einer Feder abhängig, ganz allmählich, so dass schon lange vor dem Stillsetzen ein Langsamerlaufen infolge starker Dampfdrosselung bemerkbar wird, während der Metz-Regulator plötzlicher abschliesst.

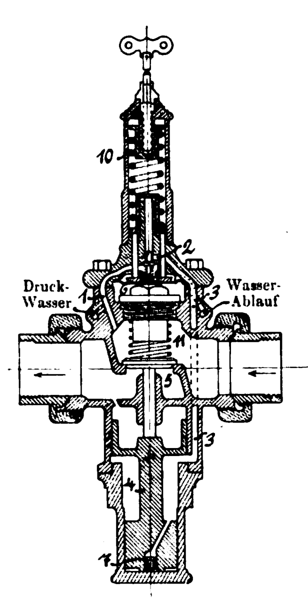


Fig. 54.

Um plötzliches Anhalten und allmähliches Wiederanlaufenlassen zu ermöglichen, hat die *Mason Regulator Co.* in Boston einen Regulator (Fig. 54) in den Handel gebracht, welcher sich durch vermehrte Kompliziertheit auszeichnet. Der Dampf hat in diesem Regulator den Weg durch den Kanal *1*, das von der Feder *10* offen gehaltene Ventil *2*, Kanal *3* unter den Kolben *4* zu nehmen, um das Hauptventil *5* zu öffnen, welches nun den Dampf etwas gedrosselt infolge des Druckes der Feder *11* zur Pumpe zulässt. Beim Steigen des Pumpendruckes wird die Membran *6* in die Höhe gedrückt und dadurch Ventil *2* geschlossen. Der Druck unter Kolben *4* verschwindet und das Ventil *5* schliesst sich. Das sich nach oben öffnende Rückschlagventil *7* erlaubt dem Hauptventil ein augenblickliches Schliessen, aber nur ein langsames Oeffnen, so dass die Pumpe nicht sofort ausspringt, wenn der Wasserdruck nur wenig fällt.

Eine Anwendung der Regulierung durch Betriebsunterbrechungen auf Kompressoren zeigt der Regulator Fig. 55, welcher von der *Clayton Air Compressor Co.*, Brooklyn, N. Y., hergestellt wird. Die durch Rohr *5* eintretende Druckluft hebt bei einer bestimmten, durch Gewicht *4* einstellbaren Spannung den Kolben *6* und schliesst Dampfventil *1* und *2*. Feder *7* dient zum Auffangen des Gewichtes *4*, Anschläge *8* und *9* begrenzen den Hub. Ein Geschwindigkeitsregulator *10* verhindert das Durchgehen der Maschine bei Spannungsverminderungen in der Luftleitung. Die Maximalumdrehungszahl des Kompressors lässt sich durch Feder *11* innerhalb enger Grenzen verstellen[2]). Der Clayton-Regulator ist bemerkenswert, weil

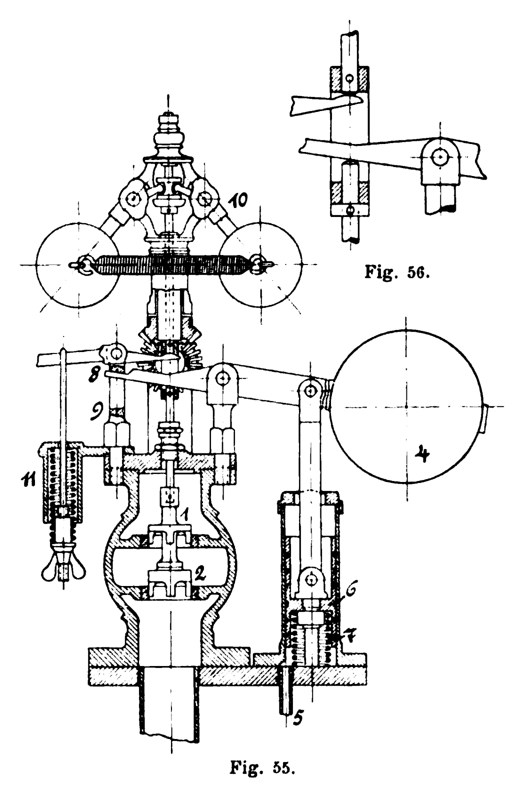


Fig. 56.

Fig. 55.

er eine Verbindung von Unterbrechungsregulator und Zentrifugalregulator darstellt, während die vorher beschriebenen Regulatoren auf ein Durchgehen der Maschine infolge fallenden Luft- oder Wasserdruckes keine Rücksicht nehmen. Zentrifugalregulatoren sind allerdings bei denjenigen Pumpen, für welche die marktfähigen Druckregulatoren hauptsächlich gebraucht werden, das sind Worthington-Pumpen und ähnliche, ziemlich entbehrlich; wenn dagegen die Regulierung mit selbstthätigen Betriebsaussetzungen auf grosse Pumpmaschinen angewandt wird, ist ein Zentrifugalregulator eine unbedingte Notwendigkeit. Es ist aber verkehrt, in solchen Fällen kostspielige Regulatoren anzuwenden. Je einfacher dieselben sind, desto besser sind sie, weil sie nur für den Notfall gebraucht werden. Für diesen Fall spielen Ungleichförmigkeitsgrad, Eigenreibung, reduzierte Masse u. s. w. durchaus keine Rolle, denn es wird nur verlangt, dass die Maschine vor Zertrümmerung geschützt wird. Der Clayton-Regulator entspricht diesem Zwecke vollkommen.

Alle bisher beschriebenen, durch Betriebsunterbrechung

[2]) Die gezeichnete Bauart hat den Nachteil, dass ein Nachspannen der Feder *11* die Belastung des Kolbens *6* ändert und somit für jede Verstellung von *11* eine entsprechende Verschiebung von *4* notwendig wird. Um vollständige Unabhängigkeit der beiden Regulierungen zu sichern, könnte man die Konstruktion etwa nach Fig. 56 umändern.

regulierende Vorrichtungen sind aber nur unter ganz bestimmten Bedingungen brauchbar. Für Eincylinderpumpen bezw. Kompressoren ist ihr Gebrauch nicht anzuraten. Bleibt nämlich die Maschine nahe dem toten Punkte stehen, so ist ein selbstthätiges Wiederanlaufen an und für sich ausgeschlossen. Bleibt sie unter beliebigem Kurbelwinkel stehen, so bringt die Rückwirkung der Förderflüssigkeit infolge der Dampfkondensation sie ruckweise auf den Totpunkt zurück (unter der Voraussetzung, dass Dampf- und Pumpenkolben auf derselben Kolbenstange sitzen). Es besteht demnach immer die Gefahr, dass die Maschine ohne menschliche Hilfe nicht wieder anlaufen kann.

Auch Verbunddampfmaschinen bereiten in Bezug auf selbstthätiges Anlaufen Schwierigkeiten, wenn die Maschine so stehen geblieben ist, dass die Hochdruckkurbel kurz vor einem der Totpunkte steht. Wenn die Maschine lange genug still steht, so dass der Dampf Zeit hat, sich in den Cylindern zu kondensieren, dann drückt allerdings der Pumpenteil die Maschine in eine Stellung, aus welcher sie anspringen kann. Darauf kann aber der Betrieb nicht warten und es bleibt somit, falls Regulierung durch einen der beschriebenen selbstthätigen Apparate beabsichtigt wird, als Antriebsmaschine nur die Zwillingsdampfmaschine übrig. Zwillingsmaschinen, deren Betriebstourenzahl durch einen Zentrifugalregulator eingestellt wird, springen immer an, weil der Regulator beim Anlaufen Vollfüllung gibt. Dagegen laufen solche Pumpmaschinen, deren Umdrehungszahl durch eine von Hand fest eingestellte Füllung bestimmt ist, nur dann sicher an, wenn die Dampfmaschine mit mindestens 50 % Füllung arbeitet. Wenn die eingestellte Füllung kleiner ist, z. B. p %, so gibt 50-p den Kolbenweg in Prozent an, aus welchem die Maschine nicht anlaufen kann, weil beide Dampfeinströmungen geschlossen sind (unendlich lange Pleuelstangen vorausgesetzt). Die

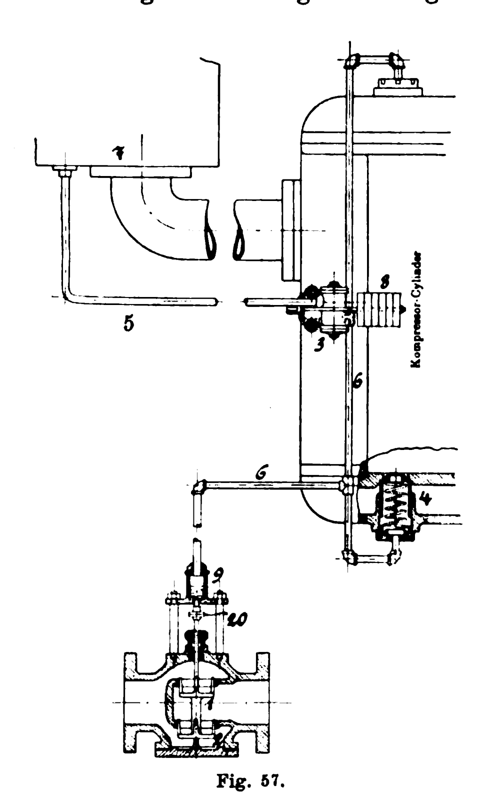


Fig. 57.

Pumpe kann zwar infolge von Undichtigkeit der Kolben oder infolge von Kondensation im Dampfcylinder in eine für das Wiederanlaufen günstigere Lage gedrückt werden, aber derartig unzuverlässig und langsam wirkende Mittel bleiben am besten von der Betrachtung ausgeschlossen [3]).

[3]) Sehr geeignet sind die Unterbrechungsregulatoren demnach für schwungradlose Zwillingsdampfpumpen. Dieselben arbeiten fast mit Vollfüllung und springen daher in jeder Lage an. Der ausgedehnten Verbreitung der Worthington-, Blake- und ähnlichen Pumpen in den Vereinigten Staaten ist auch die Entstehung der zahlreichen Pumpenregulatoren nach dem Prinzip der oben beschriebenen zuzuschreiben.

Aus diesen Thatsachen geht hervor, dass die Anwendung selbstthätiger Unterbrecher nur bei Zwillingsdampfmaschinen und auch bei diesen nur unter bestimmten Bedingungen befriedigende Ergebnisse liefern kann. Sind diese Bedingungen erfüllt und sorgt man für sichere Abführung des Kondensationswassers aus den Cylindern, so ist diese Art der Regulierung ideal vollkommen und thut ihre Pflicht ohne menschliche Hilfe.

Die hervorgehobene Beschränkung auf Zwillingsmaschinen und die lästige Kondensation im Cylinder haben auch hier den Wunsch nach Verbesserungen wachgerufen.

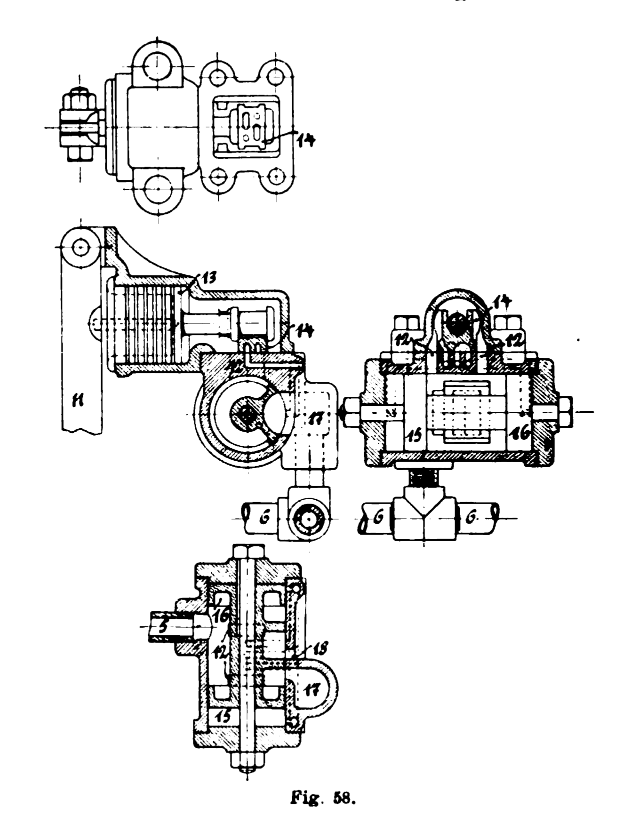


Fig. 58.

Dieselben bestehen darin, die Maschinen nicht anzuhalten, sondern mit ganz geringer Geschwindigkeit weiterlaufen zu lassen. Als eine derartige Verbesserung bezeichnet *Weiss* den schon auf S. 814 beschriebenen Apparat in Verbindung mit seinem Regulator. Die Ausführungen auf S. 815 zeigen aber, dass der *Weiss*'sche Apparat durchaus nicht als eine Verbesserung aufzufassen ist, weil die Minimalgeschwindigkeit der Pumpe zu hoch ist und in längeren Betriebspausen bedeutende Mengen von Wasser bezw. Luft durch die Sicherheitsventile abgeblasen werden müssen. Dagegen hat die *Ingersoll Sergeant Drill Co.*, eine der bedeutendsten Kompressorenfirmen der Vereinigten Staaten, für ihre Kompressoren eine Regulierungsmethode erfunden, welche allen Anforderungen entspricht, aber auch dementsprechend vielteilig ist.

Der Regulator ist (teilweise schematisch) in Fig. 57 und 58 dargestellt. Der Regulator *3* (Fig. 57) beeinflusst die Dampfventile *1*, *2* und die Kompressorventile *4* durch folgende Vorgänge: Steigt die Luftspannung im Behälter *7*, so pflanzt sich die Drucksteigerung durch das Rohr *5* (Fig. 57 und 58) zum Regulator *3* fort und wirkt, durch die Oeffnungen *12* tretend, auf den Kolben *13*. Die Höhe der Luftspannung, welche den Kolben *13* bewegen kann, hängt ab von den Gewichten *8* (Fig. 57), welche mittels des Hebels *11* (Fig. 58) den Kolben *13* niederdrücken. So lange als die Luftspannung unter dieser Grenze bleibt, befindet sich der Hilfsschieber *14* in der gezeichneten Lage. In dieser Lage ist der Raum hinter dem Kolben *15* mit der Druckluft, der Raum hinter dem Kolben *16* mit der Aussenluft verbunden. Die Kolben *15* und *16* werden sonach in ihrer Lage festgehalten und verbinden den Kanal *17* mit der Druckluft, so dass Rohr *6* unter Druck steht, das Dampfventil *1 2* durch den Druck auf den Kolben *9* offen gehalten wird, und der Raum *hinter* den

Kompressordruckventilen *4* mit Druckluft gefüllt ist. Wenn aber die Druckluft die gewünschte Maximalspannung erreicht hat, so drückt sie den Kolben *13* und gleichzeitig den Hilfsschieber *14* in die Höhe. Die Bohrungen im Schieber *14* verbinden nun den Raum hinter dem Kolben *15* mit der Aussenluft und den Raum hinter dem Kolben *16* mit der Druckluft. Die Kolben werden demnach verschoben und der Kanal *17* steht durch die Oeffnung *18* mit der Aussenluft in Verbindung. Der Druck im Rohre *6* verschwindet und der Dampfdruck auf die Spindel des Ventiles *1 2* schliesst dasselbe bis auf einen Betrag, welcher durch die Mutter *20* eingestellt werden kann. Gleichzeitig fliegen aber alle Druckventile *4* des Kompressors auf und bleiben weiter offen. Die Maschine läuft also leer, weil die Druckluft von einer Kolbenseite auf die andere geschoben wird, ohne dass aus der Aussenluft angesaugt wird. Infolgedessen kann das Drosselventil *1 2* so eng gestellt werden, dass die Maschine sich nur noch eben herumdreht. Fällt die Luftspannung, so nimmt der Kompressor die Arbeit selbstthätig wieder auf, indem durch das Niederdrücken des Kolbens *13* der ursprüngliche Zustand wiederhergestellt wird.

Der Apparat erinnert in seiner Kompliziertheit an die Funktionsventile der Druckluftbremsen. Seine Wirkung ist absolut sicher, wenn die Schieber gelegentlich mit Petroleum gereinigt werden. Der Regulator kann gleich gut für Eincylinder-, Zwillings- oder Verbunddampfmaschinen gebraucht werden, da die Gefahr des Stehenbleibens vollständig ausgeschlossen ist. Die Sicherheitsventile auf der Druckleitung blasen niemals ab, wenn der Kompressor mit einem Ingersoll-Sergeant-Regulator versehen ist und die Sicherheitsventile 1 at über der Arbeitsspannung des Regulators eingestellt sind. Ausser dem beschriebenen Unterbrechungsregulator müssen die Kompressoren noch mit einem Zentrifugalregulator versehen werden. Für kleine und billige Maschinen, bei welchen die Umdrehungszahl durch Veränderung der Füllung von Hand eingestellt werden kann, ist derselbe während des normalen Betriebes ausser Wirkung und dient nur dazu, bei etwaigem Rohrbruche das Durchgehen der Maschine durch Schliessen einer Drosselklappe zu verhindern. Für grosse Kompressoren kann die Geschwindigkeit nicht sicher genug durch die Füllung eingestellt werden und ist für solche ein einfacher Watt-Regulator mit Einwirkung auf die Dampffüllung vorzusehen.

Die Regulierung der Pumpmaschinen ist mit dem Vorliegenden nicht erschöpft und noch viel weniger das Thema der Abhandlung, denn es fehlen wichtige Gebiete, wie z. B. die Schiffsmaschinen oder die Fördermaschinen. Jedoch hatte Verfasser nicht die Absicht, eine Encyklopädie der Regulatoren zu schreiben, sondern es kam vielmehr darauf an, an Beispielen aus einzelnen Gebieten zu zeigen, dass eine allen Anforderungen genügende Regulierung für verschiedene Gebiete auch ein genaues Eingehen auf die Betriebsbedingungen der bezüglichen Maschinengattungen erfordert, und dass man mit dem leider so oft beliebten Schema „Betriebsmaschine : Federregulator Nr. x, Pumpmaschine: Leistungsregulator Nr. y“ nicht auskommt. Ferner war ein Nebenzweck der vorliegenden Abhandlung, einige wenige Mitteilungen aus der amerikanischen Praxis zu geben, welche erkennen lassen, dass die amerikanischen Konstrukteure das Problem der Regulierung mit meistens sehr wenig Theorie, aber einer feinfühligen Erkenntnis der wesentlichen Erfordernisse angegriffen haben.

Kleinere Mitteilungen.

Die Lichtwellen als Längenmasse.

Man nimmt gewöhnlich an, dass das metrische System auf dem vierzigmillionsten Teil eines Erdquadranten als Längeneinheit und dem Gewichte eines Würfels Wasser von $^1/_{10}$ m Seitenlänge und 4° Temperatur als Gewichtseinheit beruht, und dass es daher ein auf Naturmasse gestütztes, nicht willkürliches System sei. Dies letztere ist von vornherein logisch falsch, denn die Auswahl der genommenen Naturmasse ist bereits willkürlich, ebenso willkürlich wie die eines Fusses, eines Daumens, eines Getreidekörnchens und eines Morgens, die ebenfalls an natürlich gegebene Grössen anknüpfen. Dazu kommt noch, dass das Meter wie das Liter (wegen eines bei der Bestimmung begangenen und von *Bessel* aufgedeckten Rechenfehlers) falsch sind; das im Pariser Staatsarchiv aufbewahrte Meter ist um etwa 0,1 mm und das Liter um 0,1 ccm zu klein. Auch wird jede neue Gradmessung wieder andere Werte ergeben. Der stärkste Grund gegen das metrische System liegt aber in der Veränderlichkeit des Erddurchmessers mit der Zeit, auf dem die Masse beruhen, er nimmt bekanntlich allmählich ab, und damit verringert sich auch die Grösse des Erdumfangs.

Man hat nun neuerdings als unveränderliche Masse die Länge der Lichtwellen vorgeschlagen, wie Prof. *Förster*, der Direktor der Berliner Sternwarte, welcher sich die grössten Verdienste um das Messungsverfahren erworben hat, in einem sehr interessanten Vortrag vor dem Verein zur Beförderung des Gewerbefleisses ausführte. Von den Bewegungen der Atome und Moleküle, sowie des hypothetischen Weltäthers bietet diejenige, welche wir als Licht empfinden und den feinsten Massbestimmungen unterwerfen können, wohl die meiste Aussicht, wenigstens lange Zeit hindurch, wenn man ihre physikalischen und chemischen Bedingungen auch nur einigermassen festhält, beständiger zu sein als die Länge von Metallstäben, und somit für unsere Prototype eine Art von Naturmasskontrolle zu gewähren. Die Strecke, um welche sich die Lichtbewegung während der Dauer eines vollen Umlaufs oder einer vollen Schwingung jedes einzelnen lichterzeugenden oder lichtverbreitenden kleinsten Teilchens fortpflanzt, nennt man bekanntlich die Wellenlänge der bezüglichen Lichtart. Es handelt sich darum, die Anzahl solcher Wellenlängen von bestimmten Lichtarten zu zählen, welche auf eine Strecke gleich der Länge unseres Prototyps gehen. Diese Lichtwellenlängen betragen aber nur wenige Zehntausendstel eines Millimeters, so dass mehr als eine Million derselben auf 1 m kommen. Man verzweifelte lange Zeit daran, solche Zählungen ausführen zu können; aber es ist schliesslich in dem internationalen Mass- und Gewichtsinstitut in Paris gelungen durch die Mitwirkung eines nordamerikanischen Physikers, *Michelson*, der sich in der feinsten Messung der Lichtbewegung schon hervorgethan hatte. Mit diesem ausgezeichneten Sachkenner ist das internationale Institut in Verhandlung getreten, getreu seiner Aufgabe, die Arbeiten aller Nationen zu verbinden und dadurch höher zu verwerten, und *Michelson* hat mit dem Direktor des Berliner Instituts, *Benoit*, in gemeinsamen Arbeiten eine Vergleichung der Meterlänge mit den Wellenlängen des intensivsten Leuchtens von glühenden Kadmiumdämpfen zu stande gebracht, die uns jetzt mit der Sicherheit von Zehntausendstel des Millimeters die Anzahl der Wellenlängen von drei scharf präzisierten Lichtarten angeben lässt, welche der Meterlänge gleichkommt. Damit ist in der That mit derselben Genauigkeit, mit der zwei Prototype untereinander verglichen werden können, der Anschluss an eine in gewissem Sinne fundamentale Naturerscheinung gewonnen, deren Unveränderlichkeit zwar auch nicht als ein Dogma gelten darf, deren kosmische Veränderungen wohl aber eine andere Art des Verlaufes haben werden, als diejenigen der Gebilde der Menschenhand. Nun noch ein Vorteil der Wellenlängenmessungen. Nachdem das Verhältnis gewisser Lichtwellenlängen zur Länge des Meters gefunden war, konnte man daran denken, auch kleinere Masslängen, z. B. Millimeterskalen, aus Lichteinheiten aufzubauen und sie damit genauer zu bestimmen, als es bisher allein dadurch geschehen konnte, dass man vom ganzen Meter abwärts durch immer engere Einteilung zu jenen kleinen Intervallen gelangte. Es hat sich herausgestellt, dass die besten Bestimmungen, die man bisher aus dem Meter durch Einteilung gefunden hatte, sehr nahe mit den aus Lichtwellenlängen aufgebauten Centimeter- und Millimetereinheiten übereinstimmen, so dass nun für das ganze Verfahren ein voller Bestätigungskreis in sich geschlossen vorliegt.

Bücherschau.

Les Moteurs à explosion. Etude à l'usage des constructeurs et conducteurs d'automobiles. Par *George Moreau.* Paris 1900. Ch. Béranger.

Infolge einer unrichtigen Titelwahl wird man an dieses Buch mit ganz anderen Erwartungen herantreten, als es zu erfüllen beabsichtigt. Hofft man doch, dass der Beschreibung ausgeführter Motoren und der kritischen Besprechung konstruktiver Einzelheiten ein breiter Raum gewidmet sei. Dem thatsächlichen Inhalte würde aber etwa der Titel „Theorie der Explosionsmotoren" weit mehr entsprechen, da der Verfasser absichtlich jeder Besprechung der Ausführungsformen aus dem Wege geht. Hat man jedoch diese erste Enttäuschung überwunden, so wird man mit Genuss den im allgemeinen leicht verständlich geschriebenen theoretischen Erörterungen folgen, die in systematischer und übersichtlicher Anordnung physikalische, thermodynamische, mechanische und kinematische Fragen behandeln, soweit sie den Konstrukteur von Automobilmotoren interessieren können. Jedoch wendet sich der Verfasser in der Vorrede auch an alle die Laien, welche durch Besitz und Führung eines Automobils oder durch sonstiges Interesse an dem neuen Beförderungsmittel zur Beschäftigung mit der Theorie desselben geleitet werden. Allein es gehört doch wohl schon eine mathematische Bildung, wie sie im allgemeinen ein Laie nicht besitzen wird, dazu, in den Geist mancher Kapitel wirklich tiefer einzudringen. Wahrscheinlich mit Rücksicht auf diesen Teil der Leser sind dann auch manche Dinge mit grosser Breite behandelt worden, die in einem nur für Fachleute geschriebenen Buche durch einen einfachen Hinweis auf bekannte Thatsachen hätten erledigt werden können.

Das Buch zerfällt gewissermassen in drei Teile, die wir den „thermodynamischen", den „mechanisch-kinematischen" und den „physikalischen" nennen möchten. In dem ersten werden in drei Kapiteln nach einer kurzen Kennzeichnung der verschiedenen Motorensysteme die Grundlagen der Wärmemechanik, die theoretischen Kreisprozesse und die Abweichungen von diesen Prozessen in der Wirklichkeit besprochen. Namentlich das erste Kapitel zeichnet sich durch eine knappe und klare Sprache aus, mit der es auf kaum 60 Seiten alle nötigen Entwickelungen der Thermodynamik ins Gedächtnis zurückruft. Am Schlusse des zweiten Kapitels kommt der Verfasser auf die Frage der „Verbundmotoren", die eine teilweise Ausnutzung der Energie der Abgase möglich machen sollen, sowie auf Maschinen mit rotierenden Kolben zu sprechen, und streift schliesslich noch, soweit sie ins Gebiet der Explosionsmotoren gehören, die Gasturbinen, von denen er sich jedoch, und wohl mit Recht, keine Erfolge verspricht. Im dritten Kapitel werden die zahllosen Unvollkommenheiten der Kreisprozesse eingehend besprochen, wie sie sich aus der Veränderlichkeit der verschiedenen, meist konstant angenommenen physikalischen Grössen ergeben, wie sie durch Langsamkeit und Unvollständigkeit der Verbrennung, durch die Wärmeabfuhr ans Kühlwasser, die Widerstände bei Ansaugen und Auspuff u. s. w. entstehen, und durch die leider eine Vorausbestimmung des Diagramms eines Explosionsmotors überaus erschwert, wenn nicht ganz unmöglich gemacht wird.

Der zweite, kinematisch-mechanische Teil des Buches beschäftigt sich im ersten Kapitel zunächst mit den Gleichungen des Kurbeltriebes, wobei namentlich der Fall einer kurzen Lenkstange eingehend behandelt wird, und geht dann zu den Verteilungsorganen, Schiebern und Ventilen, über. Im zweiten Kapitel werden die Widerstände, welche sich der Bewegung der Motoren entgegensetzen, besprochen, nämlich die verschiedenen Reibungswiderstände in Lagern, Gelenken und Uebertragungsmechanismen, der Luftreibungswiderstand, und sodann in besonders gründlicher Weise die Hindernisse, welche Beschaffenheit, Lage, Krümmung und Steigung der Strasse der Fortbewegung bieten. Hierauf gibt der Verfasser eine sehr dankenswerte Darlegung der verschiedenen störenden Bewegungen des Gefährtes, wie sie durch die hin und her gehenden Massen, Unebenheiten der Strasse u. s. w. hervorgerufen werden (z. B. des aus dem Lokomotivbau bekannten Schlingerns und des Schleuderns der Räder bei zu glatter Fahrbahn), und bespricht die Mittel zur Verminderung dieser für den Fahrgast unangenehmen und manchmal gefährlichen Erscheinungen. Im dritten Kapitel ist die Rede von den Gesichtspunkten, welche den Konstrukteur bei Berechnung der Organe seiner Maschine leiten sollen. Nach einer kurzen Besprechung der wichtigsten Thatsachen der Festigkeitslehre wird in knappen Zügen die Berechnung der einzelnen allgemeinen Maschinenteile geschildert (der Nieten, Schrauben, Kolben- und Lenkstangen, Kurbeln, Achsen, Zapfen, Räder u. s. f.), sowie der insbesondere bei Automobilen ausgebildeten Teile (wie Bandagen und Pneumatiks der Räder, Transmissionsketten, Differentialräderwerke, Bremsen, Anfahrvorrichtungen, Verdampfer u. s. w.). Wenn wir auch gerne zugeben wollen, dass diese letzteren hier wohl am Platze sind, da sie etwas dem Automobilbau Eigenartiges bieten, so würden wir es doch für richtiger gehalten haben, wenn in Betreff der allgemeinen Maschinenorgane auf andere Werke über allgemeinen Maschinenbau verwiesen wäre. So hätte man Platz gewonnen, die Spezialorgane etwas eingehender zu besprechen, von denen manche etwas stiefmütterlich behandelt sind. Bei der jetzigen Anordnung aber konnte häufig mit Rücksicht auf den Raum nur das Resultat einer längeren Ableitung gegeben werden, das der Ingenieur leicht in irgend einem der bekannten Handbücher gefunden hätte, durch das aber dem nicht fachmännisch gebildeten Leser so gut wie gar nichts geboten wird.

In dem letzten, physikalischen Teile geht der Verfasser in dem ersten Kapitel die in Explosionsmotoren verwandten Brennstoffe der Reihe nach durch und bespricht ihre hauptsächlichsten Eigenschaften, sowie die bei ihrer Verbrennung eintretenden Erscheinungen in klarer und ansprechender Weise. Auffallend erscheint, dass er bei der Besprechung der Heizwertbestimmung ein so praktisches und bei uns in Deutschland so verbreitetes Instrument, wie das *Junckers*'sche Kalorimeter, gar nicht erwähnt. Wenn ihm die Unterschiede, welche Versuche und Rechnung bei Bestimmung der Druckerhöhung durch Explosion zeigen, vollständig dadurch erklärt scheinen, dass die physikalischen Gesetze für unsere Gase nicht absolut genau gelten, so müssen wir unsererseits gestehen, dass uns dies nur zum Teil der Grund zu sein scheint, wir aber den grösseren Teil dieses Unterschiedes auf Versuchsfehler zurückführen möchten, die bei einem derartig schwierigen Problem einfach unvermeidlich erscheinen. In dem zweiten Kapitel dieses Abschnittes, und gleichzeitig dem letzten des ganzen Buches, wird zunächst die Frage behandelt, wie ein Motor von vornherein zu dimensionieren sei, um eine verlangte Leistung zu erreichen, und sodann geht der Verfasser über zu einer Besprechung der Versuche, durch die der fertige Motor zu prüfen ist. Der Indikator und die Ausmittelung seiner Diagramme, die Bremsen, wie *Prony*'s Zaun- und die Bandbremsen, werden besprochen und gezeigt, wie man die einzelnen Verluste im Motor bestimmt. Bei den Apparaten zur Messung der Auspufftemperatur ist merkwürdigerweise der bequemste und zuverlässigste, das Thermoelement, nicht erwähnt; auch ist nicht gesagt, dass diese Messung stets als unsicher gelten muss, so dass mit ihrer Hilfe eine Berechnung des Auspuffverlustes unthunlich erscheint, man diesen vielmehr zusammen mit den Strahlungsverlusten am besten als Restglied ermittelt. Den Schluss des Buches bilden Betrachtungen, auf welchen Grundlagen am besten vergleichende Versuche zwischen Motoren verschiedener Systeme und vergleichende Wettfahrten anzustellen sind.

Konnten wir, wie aus obigen Ausführungen hervorgeht, uns auch nicht mit allen Einzelheiten der besprochenen Schrift einverstanden erklären, so möchten wir doch die Lektüre derselben wegen der klaren und verständlichen Darstellungsart und der systematischen und knappen Anordnung des Stoffes angelegentlich empfehlen.

September 1900. *F. Mbg.*

Betrachtungen über die Zukunft des mechanischen Zuges für den Transport auf Landstrassen, hauptsächlich über seine Verwendbarkeit im Kriege; von *Ottfried Layriz*, Oberstleutnant z. D. Berlin 1900. Mittler und Sohn.

Der echt zeitgemässe Vorwurf dieses 85 Druckseiten und 20 Abbildungen umfassenden Schriftchens besitzt nicht nur allgemeines Interesse, sondern verdient überdem nach vier Richtungen hin ganz besondere Beachtung, nämlich seitens gewisser Sportkreise und der einschlägigen Industrie, ferner von Seite der Armeeleitungen und *last not least* vom Standpunkte der Steuerträger. Die Frage, inwieweit und unter welchen Vorbedingungen alle jene Fahrbetriebsmittel, welche weder auf die Verwendung in Schienengeleisen beschränkt noch auf die Fortschaffung durch Zugtiere angewiesen sind — vom leichtesten Fahrrad angefangen bis zur schwersten Strassenlokomotive —, dem allgemeinen Verkehr und namentlich auch den militärischen Transportzwecken bereits dienstbar gemacht sind oder künftighin dienstbar gemacht werden können, hat der Autor kurz aber durchaus sachgemäss dargelegt. Derselbe ist offenbar ein ebenso tüchtiger Kenner der technischen als der rein militärischen Seite des von ihm so anregend behandelten Gegenstandes und hat für seine Arbeit fleissige, aber auch ergiebige Vorstudien in der bezüglichen Quellenlitteratur angestellt. Die persönlichen Urteile des Autors sind durchwegs objektiv; weniger kann letzteres hinsichtlich der Abbildungen gelten, insofern genau drei Fünftel ihrer Zahl dem Katalog der Firma *Fowler* (Magdeburg) entnommen sind, was übrigens durch die in der That hervorragenden Leistungen dieser Firma im Gebiete der Strassenlokomotiven u. dgl. gerechtfertigt erscheint. Wir ermangeln nicht, dieses interessante Buch bestens anzuempfehlen. *L. K.*

Arnold Bergsträsser Verlagsbuchhandlung (A. Kröner) Stuttgart.
Druck der Union Deutsche Verlagsgesellschaft ebendaselbst.



Namen- und Sachregister

zu DINGLERS POLYTECHNISCHES JOURNAL.

Band 315. Einundachtzigster Jahrgang. 1900.

* bedeutet: Mit Abbildungen.

Namenregister.

M.

N.

O.

P.

R.

S.



Sachregister.

A.





F.

G.

H.

I.

K.



L.

M.

N.

U.

V.

W.

Z.

Arnold Bergsträsser Verlagsbuchhandlung (A. Kröner) Stuttgart.
Druck der Union Deutsche Verlagsgesellschaft ebendaselbst.

Heft 52. **DINGLERS** 29. Dezember.

Polytechnisches Journal.

Band 315. Einundachtzigster Jahrgang. 1900.

Herausgegeben von Professor **W. Pickersgill** in **Stuttgart.**

Arnold Bergsträsser Verlagsbuchhandlung (A. Kröner) in Stuttgart.

Jährlich 52 Hefte in Quart. **Abonnementspreis** vierteljährlich 6 Mark, direkt franko unter Kreuzband für Deutschland und Oesterreich 6 M. 65 Pf., für das Ausland 7 M. 30 Pf. Redaktionelle Sendungen und Mitteilungen bittet man zu richten: An die Redaktion von „Dinglers Polytechn. Journal" in Stuttgart, die Expedition betreffende Schreiben an Arnold Bergsträsser Verlagsbuchhandlung (A. Kröner) in Stuttgart.

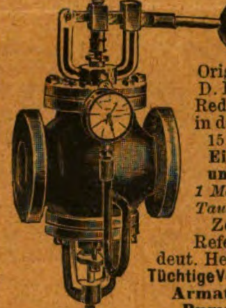


Preise für **Anzeigen:** 1 mm Höhe 1spaltig (48 mm Breite): 10 Pf., 2spaltig (96 mm Breite): 20 Pf., 3spaltig (144 mm Breite): 30 Pf., 4spaltig (192 mm Breite): 40 Pf. Bei 6, 13, 26, 52maliger Wiederholung 10, 20, 30, 40 Prozent Rabatt. **Beilagen** bis 20 Gramm 30 Mark netto. — Alleinige Annahmestelle für Anzeigen und Beilagen bei der Annoncen-Expedition Rudolf Mosse in Berlin, Stuttgart und Filialen.

Inhalt.

*Das vorliegende Heft enthält zwei Beilagen von den Firmen: **Vereinigte Maschinenfabrik Augsburg und Maschinenbaugesellschaft Nürnberg, A.-G. und Specialf. f. Entstaubungs- u. Staubsammelanl. W. F. L. Beth in Lübeck.** Wir empfehlen dieselben bestens der freundlichen Beachtung unserer Leser.*











Gebr. Howaldts'
selbstwirkende
Metallpackung



für alle Sorten von Stopfbüchsen. Ber. über 35000 in Betrieb bei Dampfschiffen u. Fabriken.

Näheres durch Prospekte bei

Howaldtswerke, Kiel.

Vertreter für Ungarn: Brunner J. L., és társa, Budapest, V., váczi kerüt 46 sz.



Zur Ausbeutung erprobter, maschinentechn. Erfindung von **grosser Zukunft** (Weltartikel) wird mit gut eingerichteter Maschinenfabrik sofortige Verbindung gesucht. Offerten an **Rudolf Mosse, Basel** unter ***„lucrativ"*** erbeten.

GEBR. KÖRTING,
Körtingsdorf bei Hannover
liefern:

Universal- und Sicherheits-Injectoren,
beste und betriebssicherste Kesselspeisepumpe.


Injector.

Dampf- und Wasserstrahlpumpen
zum Heben von Wasser, schlammiger u. trüber Flüssigkeit.

Strahlkondensatoren
für Dampfmaschinen jeder Art und Grösse.

Kühlanlagen für Condenswasser.

Anfeuchtungs- und Entstaubungs-Anlagen.

Unterwindgebläse
für Zugverbesserung und günstige Benutzung von geringwertigen Brennstoffen bei Dampfkessel-Feuerungen.

Luftbefeuchtungs- und Ventilationsanlagen.

Pulsometer.
Unbedingt sichere Förderung jeder Art und jedes Quantums von Flüssigkeiten bei ausserordentlich geringem Dampfverbrauch.


Pulsometer.

Gebr. Hemmer, Neidenfels
Act.-Gesellschaft Stat. Lambrecht (Rheinpf.)



Turbinen
aller Systeme für alle Wasserverhältnisse

Spezialität:

Francis-Turbinen
mit und ohne automat. Regulirung
D. R. P. angemeldet.

Transmissionen
mit Ringschmierung, bewährte Construction.

Dreyer, Rosenkranz & Droop,
Hannover,
Fabrik von Armaturen (Ausrüstungen) für Dampfkessel und Maschinen empfehlen ihre rühmlichst bekannten

Rosenkranz-Indicatoren
brauchbar b. 600 Umdrehungen in der Minute zum Untersuchen von: **Dampfmaschinen, Gasmaschinen, Gebläsemaschinen, Eismaschinen, Hochdruckmaschinen, Walzwerkmaschinen** zur Entnahme fortlaufender Diagramme, Hubverminderer u. alle anderen Nebentheile zum Indiciren.

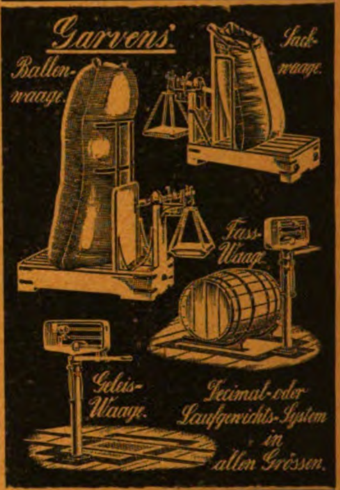


Feder-Manometer aller Art, für Dampf-, Wasser-, Luftdruck und Luftleere als: Metall-Röhrenfeder-Manometer, Hochdruck-Manometer mit Röhrenfeder aus Stahl, Verbesserte Plattenfeder-Manometer und machen besonders aufmerksam auf ihre:

= **Metallröhrenfeder-Manometer mit Patent-Stahlspannung nach Rosenkranz,** =
welche sich ihrer Zuverlässigkeit und Dauer wegen auch besonders als **Doppel-Kontroll-Manometer** eignen.

Waagen
für jeden Zweck.
Verschiedenste Grössen u. Anordnungen, in Decimal-, Centesimal-, Laufgewichts- od. gleicharm. System, transportabel, feststehend, versenkbar, verlegbar.

WAAGEN
mit Entlastungsvorrichtg bzw. Billetdruckapparat.



Commandit-Gesellschaft für Pumpen- & Maschinenfabrikation

W. GARVENS
WÜLFEL b. HANNOVER

BERLIN, Kanonierstr. 1
KÖLN, Unt. Goldschmied 10/16
HAMBURG, Gr. Reichenstr. 23
WIEN, Walfischgasse 14

Jllustr. Cataloge portofrei.

GARVENS' WAAGEN
auch erhältlich durch alle Maschinenhandlungen u. s. w.





Verlag von Gerhard Kühtmann in Dresden.

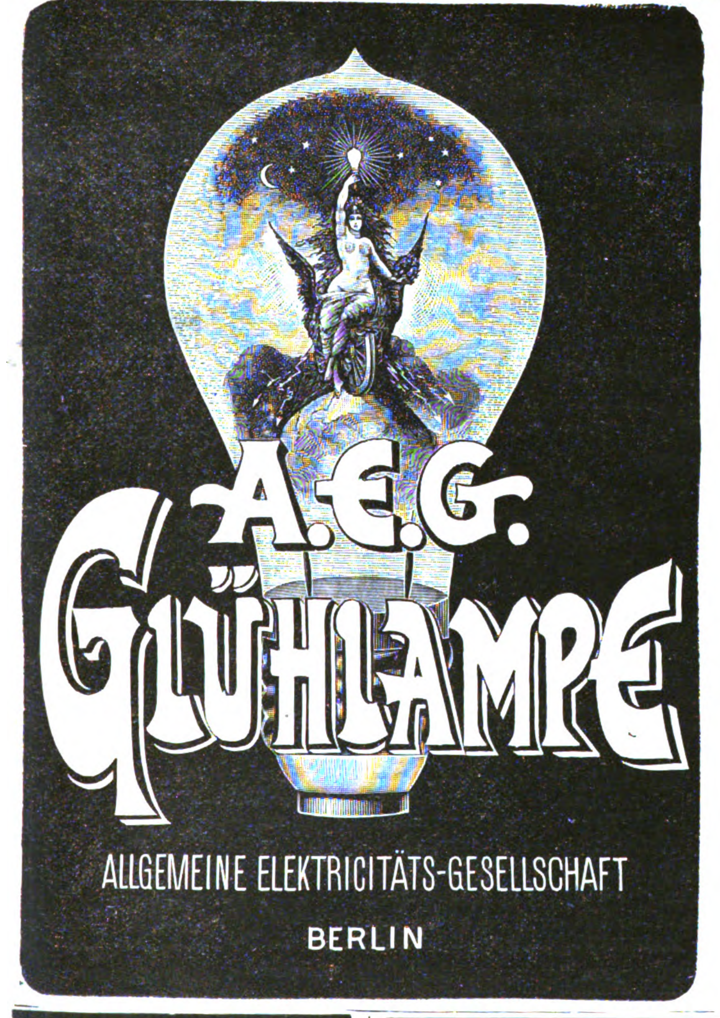
Bis auf die Neuzeit ergänzt!

Branchen-Ausgabe d. Skizzenbuchs f. d. Prakt. Maschinen-Konstructeur von W. H. Uhland. 19 Bde. nebst Ergänzungsheften (2270 Taf. u. Text) M. 227,—.

Band I. Maschinenelemente u. Bewegungsmechanismen. 72 Taf. u. Text M. 7,20 — Ergh. I M. 2,40 — Ergh. II M. 2,40.
II. Triebwerke. M. 14,80 — Ergh. I M. 1,60 — Ergh. II M. 3,60.
III. Dampfkessel- u. Feuerungsanlagen. M. 11,20 — Ergh. I M. 3,60 — Ergh. II M. 1.60.
IV. Dampfmaschinen. M. 12,40 — Ergh. I M. 6,—.
V. Regulatoren, Kondensatoren u. Vorwärmer. M. 10 — Ergh. I M. 2,40 — Ergh. II M. 2.
VI. Luft- u. Gasmotoren, Göpel- u. Windräder. M. 7,20 — Ergh. I M. 2,40 — Ergh. II M. 1,20.
VII. Wasserbau u. Wassermotoren. M. 11,20 — Ergh. I M. 2,40 — Ergh. II M. —,80.
VIII. Werkzeugmaschinen. M. 8,— Ergh. I M. 7,20 — Ergh. II M. —,40.
IX. Hebezeuge. M. 10,40 — Ergh. I M. 2,40 — Ergh. II M. —,40.
X. Pumpen, Feuerspritzen u. Gebläse. M. 12,60 — Ergh. I M. 4,80 — Ergh. II M. 2,40.
XI. Pressen. M. 4,40 — Ergh. I M. 1,20 — Ergh. II M. —,80.
XII. Centrifugen, Trockeneinrichtungen, Rührwerke, Knet- u. Mischmaschinen. M. 6.40 — Ergh. I M. 1,60 — Ergh. II M. —,80.
XIII. Müllerei- u. Zerkleinerungsmaschinen. M. 12 — Ergh. I M. 2,40 — Ergh. II M. —,80.
XIV. Dachkonstructionen in Holz u. Eisen u. Eisenkonstructionen. M. 8,40 — Ergh. I M. 1,20 — Ergh. II M. 1,20.
XV. Armaturen u. Schmierapparate. M. 8,— Ergh. I M. 3,20 — Ergh. II M. 2,40.
XVI. Dynamomaschinen u. elektrische Leitungen. M. 2,40 — Ergh. I M. 4,80.
XVII. Holzbearbeitungsmaschinen. M. 2,80.
XVIII. Schutzvorrichtungen. M. 1,20.
XIX. Metallbearbeitungsmaschinen. 60 Tafeln nebst Text. M. 6,—.

Handbuch der Ingenieurwissenschaft von **Becker.** 4 Bände u. 1 Doppelband. Jeder M. 16,—, alle 6 auf einmal bezog M. 68,—. I: Allg. Baukunde. 4. Aufl. — II: Brückenbau. 4. Aufl. — III: Strassen- u. Eisenbahnbau. 4. Aufl. — IV: Wasserbau. 3. Aufl. — V, Abt. I: Ausgeführte Konstructionen. 2. Aufl. V, Abt. II: Desgl. 2. Aufl.

Die Seilscheibengerüste der Bergwerksanlagen von **Eichenauer.** M. 20,—.
Darstellende Geometrie mit Perspektive von **Faber.** 2 Teile. M. 8,—.
Grundriss der Festigkeitslehre von **Glinzer.** 2. Aufl. geb. M. 3,—.
Lehrbuch der Baustoffkunde von **Glinzer.** 2. Aufl. geb. M. 4,20.
Kurzes Lehrbuch d. eb. Trigonometrie f. gew. Schulen v. Glinzer. 2. Aufl. geb. M. 1,—.
Güldners Kalender für Betriebsleitung und praktischen Maschinenbau. geb. M. 3,—. Erscheint alljährlich seit 1893.
Einleitungen in die höhere Analysis von **Hattendorf.** M. 8.—.
Lehrbuch der reinen u. angew. **Mechanik** für Maschinen- u. Bautechniker **v. Hecht.** Bd. I: Die reine Mechanik. geb. M. 10,—. Bd. II: Die Festigkeitslehre. geb. M. 10,-.
Hand- u. Hilfsbuch zum **Abstecken v. Eisenbahn- u. Strassenkurven** v. **Hecht.** 2 Teile. M. 12,—.
Hilfsbuch zum **Abstecken** von **Kreisbögen** von **Hecht.** M. 4,40.
Wörterbuch der Elektrotechnik u. Chemie in deutsch., engl. u. span. Sprache von **Heyne.** Bd. I: Deutsch-Engl.-Span. geb. M. 4,80. „ II: Engl.-Span.-Deutsch. geb. M. 4,80. „ III: Span.-Deutsch-Engl. geb. M. 4.80.
Baumechanik von **Jentzen.** geb. M. 3,60.
Elemente der Trigonometrie von **Jentzen.** 2. Aufl. geb. M. 1,20.
Die Blitzableiter von **Klasen.** 2. Aufl. M. 2,80.
Wiederholungsbuch der allg. **Physik** u. element. **Mechanik von Klimpert.** geb. M. 9,-.
Vorlagen f. Elektrotechn. v. **Lange.** M. 12,-.
Sämtl. Patentgesetze d. In- u. Auslandes v. **H. u. W. Pataky.** 4. Aufl. 1899. geb. M. 3,-.
Tragfähigkeitstabelle f. Säulen u. Stützen, Träger u. Balken von **Peter.** gebd. M. 3,—.
Lehrbuch d. darstell. Geometrie v. **Schlotke.** I. Spez. Darst. Geom. 3. Aufl. geb. M. 3,80. II. Schatten- u. Beleuchtungslehre. 2. Aufl. geb. M. 2,20. III. Perspektive. geb. M. 4,60. IV. Projektiv. Geometrie. geb. M. 5,—.
Lehrbuch der graphischen Statik von **Schlotke.** geb. M. 5.—.
Analytische Geometrie d. Ebene v. **Schlotke.** geb. M. 7,—.
Zirkelzeichnen und Projektionslehre von **Stuhlmann.** 18. Aufl. geb. M. 1,—.
Uhlands Kalender für Maschinen-Ingenieure. geb. M. 3,—. Erscheint alljährlich s. 1875.
Baumechanik von **Wenck.** geb. M. 6,—.



Ledertreibriemen
fabriciert als Specialität
CARL BERINGER
Lederfabrik
in **Stuttgart.**

Die Inhaber des deutschen Patents Nr. 104 201 (Vicars) betreffend ***Luftvorwärmkammer für Dampfkesselanlagen*** wünschen mit deutschen Fabrikanten wegen Verkauf des Patents oder wegen Licenzertheilung in Verbindung zu treten. Gefl. Anfragen wolle man richten an: ***F. Edmund Thode & Knoop, Dresden,*** Amalienstrasse 5.

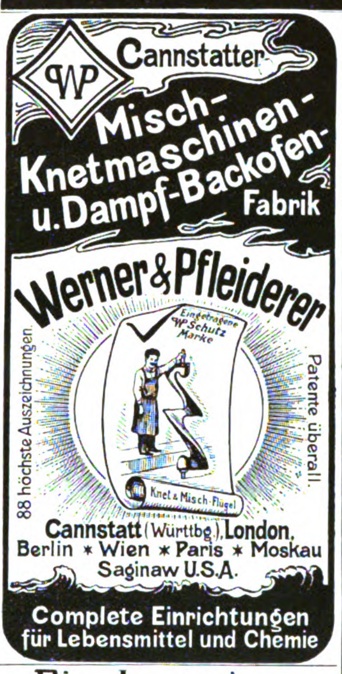
F.-A. IV. 1316. **Dr. M. Stoermer,** Berlin SW. 68, Ritterstr. 43.
Vordem langjähr. Vorstand des Lab. für Thonindustrie von Prof. Dr. H. Seger & E. Cramer.

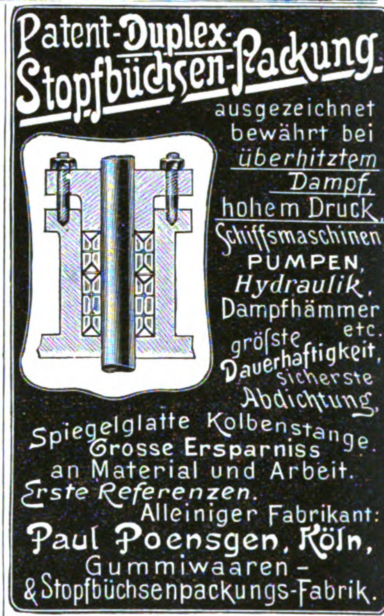
Special-Laboratorium
für die Thon-, Kalk-, Cement-, Gips-, Glas- u. Chamotte-Industrie.
Untersuchungen aller **Boden-, Gesteinsarten, Hüttenproducte!**
Ermittelung der **lohnendsten Verwendungsart!**
Prüfung der fertigen Fabrikate!
Schmelzpunktbestimmungen nach **Segerkegeln!**
Lieferung von **Versuchsöfen** und **Apparaten.**

Dixon's Flocken-Graphit



Leistet das Dreifache der Schmieröle,
Verhindert Warmlaufen,
Verhindert Rostbildung,
Greift kein Metall an,
Erhöht die Lebensdauer jeder Packung.
General-Vertreter:
Persicaner & Co.,
Berlin W.





Ein Ingenieur

für Brückenbau und **Eisenconstructionen,** 35 Jahre alt, in ungekündigter Stellung **wünscht sich zu verändern.** Reiche Erfahrungen sowohl im **Entwerfen** von **Constructionen** wie im **Montage-** und **Werkstättendienste** können nachgewiesen werden und befähigen denselben zur Annahme jedes einschlägigen Postens. Zur Zeit bekleidet er die Stelle eines **Betriebsleiters** einer bedeutenden **Brückenbau-** und **Eisenconstructionswerkstätte** Westdeutschlands. Gefl. Offerten werden erbeten unter ***F. H. V. 735*** an ***Rudolf Mosse, Frankfurt a. M.***



GEBR. HEYNE
Offenbach a. M.
Fabrik für gedrehte
Schrauben, Muttern und Façontheile
mit Metallgewind
für alle Branchen der Metallindustrie.
Massenfabrikation auf uns patentirten Maschinen in beliebiger Form u. Metall.
Bei Anfragen werden Muster erbeten.



Richard Lüders, Görlitz 4d.
Mit ständiger Vertretung in Berlin.

Arnold Bergsträsser Verlagsbuchhandlung (A. Kröner) in Stuttgart.

Aufgaben über mechanische Arbeit
Für Gewerbeschulen
u. angehende Techniker elementar
bearbeitet von
Fr. Autenheimer.
Preis geheftet 1 Mark 25 Pfg.
Zu beziehen durch die meisten Buchhandlungen.





Der entfallende Betrag ist mit der Auftragserteilung einzusenden.

* Bezugsquellenliste für Handel und Gewerbe. *

Es werden nur Aufträge für ein halbes oder ganzes Jahr angenommen.

Für ein halbes Jahr kosten Anzeigen in der Grösse von 1 Kästchen M. 30.— | 2 „ 55.— | 3 Kästchen M. 80.— | 4 „ 105.— | 5 Kästchen M. 130.—

Die Grösse eines Kästchens ist 20 mm Höhe, bei einer Breite von 48 mm.

Für ein ganzes Jahr kosten Anzeigen in der Grösse von 1 Kästchen M. 50.— | 2 „ 95.— | 3 Kästchen M. 140.— | 4 „ 185.— | 5 Kästchen M. 230.—

Aetzmagnesia, Blutlaugensalz, Cyankalium, Doppelt chroms. Natron, Doppelt chromsaures Kali, Phosphorsaures Natron, Schwefelsaure Thonerde, Thonerdehydrat, Chlorcalcium, Bittersalz, Glaubersalz, cryst. u. calc. Chlormagnesium, geschm. Chlorkalk, pulv. Kali sulf. bis dep. cryst. u.
Verein. Chem. Fabriken A.-Ges.
Leopoldshall.



Ia. geschmolzenes und crystallisirtes
Chlormagnesium,
Pa. Waare, Specialität.
Concordia, Chem. Fabrik auf Actien,
Leopoldshall bei Stassfurt.



Bestes galv. Element. Betrieb kl. Glühlampen, Elektromotoren und elektrochemische Arbeiten.
Brochüre gratis.
Umbreit & Matthes,
Leipzig-Plagwitz Id.



Schmiedeeiserne
Fenster
fertigt als Spezialität
R. Zimmermann,
Bautzen.

Aufnahmegebühr: 10 M. pro 48 mm breite Zeile auf ein Jahr bei Vorausbezahlung.

Spezialitäten-Adressen-Verzeichnis für Firmen aller Zweige der Industrie.

Es werden nur Aufträge für ein Jahr oder längere Zeit angenommen.

Compressoren.
Maschfabr. Gritzner A.-G., Durlach.

Formmaschinen, hydr.
Maschfabr. Gritzner A.-G., Durlach.

Acetylen-Gasbrenner aus Speckstein.
J. von Schwarz, Nürnberg-Ostbahnhof.

Gas-Koch- u. Heiz-Apparate.
Centralwerkstatt Dessau.

Graphit als Schmiermaterial.
Gebr. Bessell, Dresden-Neustadt.
Persicaner & Co., Berlin W., General-vertreter f. Dixons Flocken-Graphit.

Holzbearbeitungsmaschinen.
Teichert & Sohn, Liegnitz.

Kernform-Maschinen.
Franz Küstner, Dresden.

Kieselguhr (Isolirmittel).
G. W. Reye & Söhne, Hamburg.
Gewerkschaft Klaus, Altenschlirf.

Leim und Gelatine.
Neueste Verfahren. Fabrikations-Einrichtungen.
Otto Schneider, Nürnberg, Krelingstr. 38.

Lichtpausapparate u. Papiere.
Richard Schwickert, Freiburg i. Br.
Gotthold Köchert, Jlmenau i. Thür.

Luftfederhämmer.
Friedrich Dick, Esslingen.

Mastix-Maschinenkitt.
F. Schacht (Kaiser-Mastixkitt) Braunschweig.

Modelltischlerei-Bedarf.
Franz Küstner, Dresden.

Motoren.
F. Herbst & Co., Halle a. S.

Patentbureau.
Patentbureau Eberth, Berlin SW. 46.

Pockholz in Stämmen und geschnitten.
Otto Schlick, Berlin C. 25.
Wilhelm Schuss, Düsseldorf.

Präcisionsfeilen.
Friedrich Dick, Esslingen.

Pressspahn.
Kade & Co., Fabrikgesch., Saenitz O/L.

Pumpen.
Maschfabr. Gritzner A.-G., Durlach.

Schmiedb. Guss und Tiegel-Stahlguss.
Gross & Froelich, Stuttgart.

Sägewerks-Anlagen.
Teichert & Sohn, Liegnitz.

Strickmaschinen.
Sander & Graff, Chemnitz.

Thermometer für technischen Gebrauch.
Fritz Fischer & Röwer, Stützerbach i. Th.

Tiefbohr-Einrichtungen.
Trauzl & Co. vorm. Fauck & Co., Wien IV/2.

Zschockes-Unterflurkühler
D. R. Patent.

A. Wolf X. A. Mannheim

Unterflur-Kühler „Patent Zschocke", ausgeführt für das **Städtische Elektrizitäts-werk Kaiserslautern**, für 500 cbm stündliche Leistung. (Während der Montage.)

Holzindustrie Kaiserslautern
Albert Munzinger,
Kaiserslautern
(Rheinpfalz)

baut als Specialität:

Rückkühl-Anlagen.

Offene Kühlwerke, Kamin-Kühler und Unterflur-Kühler.

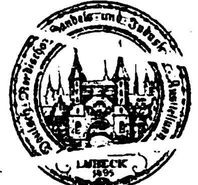
Bis jetzt gelieferte Anlagen für ca. 350 000 HP.

Zahlreiche Referenzen im In- und Auslande.

W. F. L. Beth,

LÜBECK.





Special-Fabrik
für

Entstaubungs-
und
Staubsammelanlagen

Zusammenstellung
von
Anerkennungsschreiben
aus
verschiedenen Industriezweigen.

Chemische u. Düngerfabriken.

Herrn **W. F. L. Beth, Lübeck.**

Mich zum Empfange Ihrer w. Zuschrift v. 9. cr. bekennend, kann ich infolge einer Reise erst heute zu deren Beantwortung kommen und theile Ihnen mit, dass ich schon **verschiedenen befreundeten Konkurrenz-Firmen Ihre Entstaubungs-Anlage empfohlen habe** und können Sie schon hieraus entnehmen, dass ich mit der 1899 gelieferten Anlage **zufrieden** bin.

Hochachtungsvoll
Schönebeck a. E., 17. 7. 1900. **L. R. Kühn.**

Herrn **W. F. L. Beth, Lübeck.**

Mit der von Ihnen (1894) mir resp. meinem Vorgänger seiner Zeit gelieferten Entstaubungsanlage bin ich antwortlich Ihres Werthen vom 1. ct. **sehr zufrieden.** Hochachtend
Wipperfürth, 14. 7. 1900. **Louis Spiritus Nachf.**

Herrn **W. F. L. Beth, Lübeck.**

Auf Ihre gefl. Anfrage theile ich Ihnen ergebenst mit, dass ich mit der von Ihnen (1899) gelieferten Entstaubungs-Anlage **recht zufrieden** bin.

Die Leistung derselben ist eine genügende. Reparaturen haben sich bis jetzt nicht erforderlich gemacht. Hochachtend
Ratibor, 23. 7. 1900. **Chemische Werke „Ceres".**

Herrn **W. F. L. Beth, Lübeck.**

Ihr Exhaustor zur Entstaubungsanlage arbeitet zu unserer vollen Zufriedenheit, was wir Ihnen gerne bescheinigen.

Hochachtungsvoll
Lüneburg, 2. 9. 1900 **Lüneb. Düngerkalkwerke.**

Herrn **W. F. L. Beth, Lübeck.**

Auf Ihren mit geehrtem Schreiben vom 1. Juli zum Ausdruck gebrachten Wunsch bestätigen wir Ihnen **gern nochmals,** dass wir mit der von Ihnen Anfang des Jahres 1892 gelieferten Entstaubungsanlage **durchaus zufrieden** sind.

Die Hauptvorzüge derselben bestehen in sehr **geringem Raumbedarf, leichter Zugänglichkeit, zuverlässiger Function,** und der Möglichkeit, das abgefangene Staubmaterial auch bei Verschiedenartigkeit der Producte in nutzbarer Form zu gewinnen.

Hochachtungsvoll
Aschersleben, 5. 7. 1900. **Kaliwerke Aschersleben.**

Herrn **W. F. L. Beth, Lübeck.**

In höfl. Beantwortung Ihrer gefl. Zuschrift vom 1. cr., sagen wir Ihnen gern, dass wir mit der uns 1893 gelieferten Entstaubungsanlage **sehr zufrieden** sind. Hochachtend
Melle, 4. 7. 1900. **Chem. Kunstdüngerfabr. b. Melle.**

Herrn **W. F. L. Beth, Lübeck.**

Auf Wunsch bestätigen wir Ihnen hierdurch, dass wir die von Ihnen gelieferte Entstaubungsanlage seit ca. 2 Jahren im Betrieb haben und mit derselben nach den von Ihnen vorgenommenen Abänderungen nunmehr **zufrieden** sind. Hochachtend
Hamborn 14. 7. 1900. **Rhein. Patentleim- u. Gelatineindust.**

Herrn **W. F. L. Beth, Lübeck.**

Auf Ihre gefl. Anfrage teilen wir Ihnen ergebenst mit, dass die uns 1899 gelieferte Entstaubungsanlage **gut functionirt** und wir dieselbe empfehlen können. Hochachtungsvoll
Hannover-Linden, 16. 7. 1900. **Meyer & Riemann.**

Herrn **W. F. L. Beth, Lübeck.**

Auf Ihr Geehrtes vom 6. Juli erwidere ich ergebenst, dass ich mit der gelieferten Entstaubungsanlage **sehr zufrieden** bin. Die Entstaubung der zu der Mühlenanlage gehörigen Apparate ist **vollständig gelungen** und auch die Filtration der staubigen Luft lässt **nichts zu wünschen übrig.** Die Staubverluste sind ganz minimal.

Hochachtungsvoll
Hannover, 16. 7. 1900. **H. A. Meyer.**

Herrn **W. F. L. Beth, Lübeck.**

Im Besitze Ihres Geehrten v. 4. cr. erwidern wir Ihnen erg. dass sich die uns 1896 gelieferte Entstaubungsanlage bis jetzt **gut bewährt** hat. Hochachtend
Stassfurt, 15. 7. 1900. **Ammoniaksoda-Fabr. Stassfurt.**

Herrn **W. F. L. Beth. Lübeck.**

Im Besitze Ihres Geehrten v. 21. d. M. bestätigen wir Ihnen hierdurch gern, dass die uns von Ihnen gelieferte Entstaubungs- und Staubsammel-Anlage **zu unserer vollen Zufriedenheit arbeitet.** Hochachtungsvoll
Dahlhausen a. d. R. 28. 8. 1900. **Dr. C. Otto & Co.**

Druck von Otto Wessel, Lübeck.

Wenden.

Herrn **W. F. L. Beth, Lübeck.**
Auf Ihre gefällige Anfrage hin theile ich Ihnen hierdurch mit, dass ich mit der im Dezember 1890 gelieferten Entstaubungs- und Staubsammel-Anlage **auch heute noch ganz zufrieden** bin. Reparaturen sind bis jetzt noch nicht nöthig gewesen.
Ich stehe nicht an, Ihren Apparat als **recht brauchbar** zu empfehlen.

Schlettau, 23. 8. 1900. Hochachtungsvoll
Knochenpräparate-Fabr. Schlettau.

Herrn **W. F. L. Beth, Lübeck.**
Antwortlich Ihres Geehrten vom 6. cr. bestätigen wir Ihnen **gern,** dass die von Ihnen 1899 für unsere Kugelmühlenanlage gelieferte Entstaubungsanlage tadellos functionirt. Der durch die Mühlen entstehende Staub wird von der Anlage **vollständig abgesaugt** und **wiedergewonnen,** so dass die Fabrikations-Räume **vollständig staubfrei** sind, während andererseits **kein Staub ins Freie entweicht.** Hochachtungsvoll
Posen, 16. 7. 1900. **Chem. Fab. A.-G. vorm. Moritz Milch & Co.**

Herrn **W. F. L. Beth, Lübeck.**
Im Besitze Ihres Geehrten v. 4. d. M., welches mir erst heute zugegangen ist, theile ich Ihnen gern mit, dass ich mit der, mir 1896 gelieferten Entstaubungsanlage auch heute noch **zufrieden** bin und dieselben für die Entstaubung von Knochenreinigungsapparaten und Knochenmühlen **bestens empfehlen** kann. Mit Hochachtung
Lüneburg, 14. 7. 1900. **A. Brauer.**

Herrn **W. F. L. Beth, Lübeck.**
Auf Ihre Anfrage vom 6. Juli cr. theilen wir Ihnen ergebenst mit, dass die von Ihnen 1899 gelieferte Entstaubungsanlage seit ca. 6 Monaten in Betrieb genommen ist und bis heute zu unserer **vollen Zufriedenheit** functionirt. Der betreffende Arbeitsraum wird durch Ihre Anlage **vollkommen staubfrei** gehalten und können wir Ihr Entstaubungssystem bestens empfehlen.
Ida- & Marienhütte, 9. 8. 1900 Hochachtungsvoll
Silesia, Verein chem. Fabriken.

Herrn **W. F. L. Beth, Lübeck.**
Ihrem Wunsche entsprechend, bezeuge ich Ihnen hierdurch gern, dass ich mit der durch Herrn L. B. Roger, Hamburg, im **September 1898** von Ihnen bezogenen Entstaubungsanlage für **meine Lohmühle vollkommen zufrieden bin.** Hochachtungsvoll
Pinneberg, 26. 8. 1900. **E. Sievert.**

Schmirgelwerke.

Herrn **W. F. L. Beth, Lübeck.**
In Erwiderung Ihres Geehrten vom 7. ct. theile ich Ihnen mit, dass die von Ihnen gelieferte Entstaubungs- und Staubsammel-Anlage **seit ca. 8 Jahren** bei mir im Betrieb ist und ich mit der **Leistungsfähigkeit derselben sehr zufrieden** bin.
Bei einer in Kürze zu erwartenden Vergrösserung meiner Fabrik werde ich nicht verfehlen, mich wieder an Sie zu wenden und zeichne
St. Petersburg, 12/25. 8. 1900. hochachtungsvoll
N. Struck.

Herrn **W. F. L. Beth, Lübeck.**
Ihr Geehrtes vom 20. August ist in meinem Besitz und ich bezeuge Ihnen gern, dass die im Jahre **1897** bezogene Entstaubungs- und Staubsammel-Anlage zu **meiner vollsten Zufriedenheit seit dieser Zeit functionirt. Bis jetzt ist keine Reparatur** an der Anlage gemacht worden **und sie entstaubt so gut wie in den ersten Tagen.** Mit aller Hochachtung
Dijon, 25. 8. 1900. **J. Schmerber.**

Herrn **W. F. L. Beth, Lübeck.**
Auf Ihr gefl. Schreiben vom 26. pto. bestätigen wir Ihnen gerne, dass wir mit der uns 1892 und 1898 gelieferten Entstaubungsanlage zur **grössten Zufriedenheit** bedient sind und nicht ermangeln werden, Sie bei Gelegenheit **bestens zu empfehlen.** Wir empfehlen uns Ihnen. hochachtend
Bockenheim-Frankf. a. M., 1. 8. 1900. **Act.-Ges. für Schmirgel- und Maschinen-Fabrikation.**

Herrn **W. F. L. Beth, Lübeck.**
Ich empfing Ihr Geehrtes vom 26. cr. und theile Ihnen darauf mit, dass der s. Z. (1892) von Ihnen bezogene Saugfilter **gut** arbeitet und kann ich denselben **in jeder Beziehung empfehlen.** Hochachtungsvoll
Hann. Münden, 2. 8. 1900. **G. F. Schröder.**

Herrn **W. F. L. Beth, Lübeck.**
Auf Ihre w. Zuschrift v. 26. v. M. erwidern **wir** Ihnen, dass sich die s. Z. (1896) von Ihnen bezogene Entstaubungs- und Staubsammel-Anlage in unserem Betriebe **gut bewährt hat und noch bewährt.** Hochachtungsvoll
Neusalz a. d. O., 2. 8. 1900. **Gebrüder Garve.**

Herrn **W. F. L. Beth, Lübeck.**
In Beantwortung Ihres gefl. Schreibens vom 26. ps. bestätigen wir Ihnen, dass die uns s. Z. (1896) gelieferte Entstaubungs- und Sammelanlage zu unserer **Zufriedenheit** functionirt und wir dieselbe **empfehlen können.**
Bockenheim-Frankf. a. M. 1. 8. 1900. Hochachtend
Fontaine & Co.

Herrn **W. F. L. Beth, Lübeck.**
Im Besitze Ihres Geehrten vom 26. pass. bestätigen wir Ihnen auf Wunsch, dass die uns von Ihnen 1890, 91, 95 u. 96 gelieferten Entstaubungs-Anlagen **bis jetzt gut gearbeitet haben** und nennenswerthe Störungen noch nicht vorgekommen sind. Hochachtungsvoll
Hann.-Hainholz, 3. 8. 1900. **Vereln. Schmirgel- u. Maschinenfabr. A.-G.**

Herrn **W. F. L. Beth, Lübeck.**
Mit der uns im Jahre 1891 gelieferten Entstaubungs- und Staubsammelanlage sind wir **sehr zufrieden. Reparaturen an derselben sind bisher nicht nötig geworden.** Hochachtungsvoll
Solingen, 2. 8. 1900. **F. W. Beckmann.**

Herrn **W. F. L. Beth, Lübeck.**
Antwortlich Ihrer w. Zeilen v. 26. pass. theile ich Ihnen hierdurch **gern** mit, dass die mir von Ihnen im Juli v. J. gelieferte Entstaubungs- und Staubsammelanlage zu meiner **vollsten Zufriedenheit** functionirt.
Hochachtend
Neustadt i. H., 2. 8. 1900. **J. Lienau jr.**

Holzbearbeitung.

Herrn **W. F. L. Beth, Lübeck.**
Im Besitze Ihrer werthen Zuschrift vom 9. dieses erwidere ich Ihnen, dass ich mit der von Ihnen im Anfang d. J. gelieferten Entstaubungs-Anlage **sehr zufrieden** bin und kann ich dieselbe nur jeden empfehlen.
Einsiedel, 16. 7. 1900. Mit Hochachtung
Franz Hahn.

Herrn **W. F. L. Beth, Lübeck.**
Antwortlich Ihres Geehrten vom 18. crt. bestätige ich hierdurch **mit Vergnügen,** dass die von Ihnen gelieferte »Spänetransport-, Entstaubungs- und Staubsammel-Anlage« zu meiner **vollsten Zufriedenheit** functionirt.
München, 21. 8. 1900. Hochachtungsvoll
Biedersteiner Parquetfabrik.

Herrn **W. F. L. Beth, Lübeck.**
Hierdurch bestätigen wir den Empfang Ihrer geehrten Anfrage vom 6. d. M. und theilen Ihnen in höflicher Beantwortung derselben ergebenst mit, dass Ihre uns im März v. J. gelieferte Entstaubungs-Anlage noch immer **ausgezeichnet functionirt.**
Wir können daher Interessenten Ihre Anlagen bestens empfehlen.
Hamburg, 16. 7. 1900. Hochachtend
R. Plate & Sohn.

Herrn **W. F. L. Beth, Lübeck.**
Im Besitze Ihres Geehrten von gestern bestätige **ich Ihnen** gern, dass die von Ihnen 1899 gelieferte Entstaubungs-Anlage für meine Hobelmaschinen **ausserordentlich gut** functionirt. Ich habe durch diese Anlage weder durch Staub noch durch Spähne **nicht die geringste Unannehmlichkeit** zu leiden und kann Ihr System **auf das Angelegenste weiterempfehlen.**
Hamburg, 14. 7. 1900. Hochachtungsvoll
Herm. Klewitz.

Herrn **W. F. L. Beth, Lübeck.**
Der von Ihnen im April vor. Jahr. gelieferte Exhaustor nebst Druckfilter, sowie die ganze Entstaubungs- und Entlüftungs-Anlage **functionirt bis heute tadellos** und hat sich trotz der angestrengten Arbeit der beiden Maschinen **keinerlei Reparatur oder Betriebsstörung** ergeben. Ich kann daher die von Ihnen gelieferte Anlage jedermann **bestens empfehlen,** und bin jederzeit **gerne** bereit, die Anlage der Besichtigung zu unterstellen. Ferner teile Ihnen mit, dass ich meinen Fabrikbau erweitern werde, und ersuche Sie mir zur Aufstellung eines Kostenvoranschlages einen Ihrer Vertreter zu senden. Hochachtend
München, 16. 7. 1900. **J. Fried.**

Chocoladenfabriken.

Herrn **W. F. L. Beth, Lübeck.**
Auf Ihre gefl Zuschrift vom 1. cr. erwidere ich ergebenst, dass ich mit der von Ihnen 1894 für meine Zuckermühle gelieferten Entstaubungsanlage **zufrieden bin.** Hochachtungsvoll
Magdeburg-Neustadt, 4. 8. 1900. **Joh. Gottl. Hauswaldt.**

Herrn **W. F. L. Beth, Lübeck.**
Im Besitze Ihrer gefl. Anfrage vom 1. ds. theile ich Ihnen mit, dass die mir 1891 gelieferte Entstaubungsanlage zu meiner **Zufriedenheit** functionirt.
Hamburg E., 5. 7. 1900. Hochachtungsvoll
P. W. Gaedtke.

Herrn **W. F. L. Beth, Lübeck.**
Dem in Ihrer Zuschrift vom 1. crt. ausgesprochenen Wunsch entsprechen wir gern, indem wir Ihnen bestätigen, dass die uns s. Z. (1894) gelieferte Entstaubungsanlage bisher **zu unserer vollsten Zufriedenheit** functionirt **hat.**
Hochachtend
Dresden, 5. 7. 1900. **Jordan & Timaeus.**



Bier-Brauereien.

Herrn **W. F. L. Beth, Lübeck.**
Ihr Wertes von vorgestern höflich beantwortend, beziehe ich mich auf das, was ich Ihnen am 21. April 1896 geschrieben habe, die Entstaubungs-Anlage functionirt **auch heute noch gut.** Hochachtungsvoll
München, 23. 8. 1900. **Ernst Erich zum Kochelbräu.**

Herrn **W. F. L. Beth, Lübeck.**
Auf Ihr geehrtes Schreiben vom 15. d. M. erwidern wir Ihnen gerne, dass wir mit der von Ihnen gelieferten Entstaubungs-Anlage **zufrieden** sind. Die Anlage functionirt absolut selbstthätig und bedarf keinerlei Wartung. Ich kann dieselbe Jedermann aufs Beste empfehlen. Achtungsvoll
Coblenz, 23. 8. 1900. **Königsbacher Brauerei A.-G.**

Herrn **W. F. L. Beth, Lübeck.**
Bestätige Ihnen gerne, dass ich mit dem im Jahre 1896 gelieferten Staub-Sammler **sehr zufrieden** bin. Er funktionirt bis heute anstandslos.
Hochachtend
Kaiserslautern, 23. 8. 1900. **H. Jaenisch.**

Herrn **W. F. L. Beth, Lübeck.**
Auf Ihre Anfrage von gestern theile Ihnen mit, dass ich mit der von Ihnen im October 1898 gelieferten Entstaubungs- und Staubsammelanlage **sehr zufrieden** bin. Die Anlage arbeitete die ganze Zeit ohne jegliche Störung und ist die Belästigung durch Staub in meinem Mälzereibetriebe vollständig gehoben. Hochachtend
Karlsruhe, 23. 8. 1900. **A. Printz.**

Herrn **W. F. L. Beth, Lübeck.**
Ihrem Ansuchen vom 23. crts. gerne entsprechend, teile ich Ihnen hierdurch mit, dass ich mit der von Ihnen in meiner **Mälzerei III** im vorigen Jahre aufgestellten Entstaubungs- und Staubsammel-Anlage **vollständig zufrieden bin.**
Die inneren Räume sowohl als auch die ausgeblasene Luft sind staubfrei und kann ich daher Ihr System jedem Interessenten nur empfehlen. Hochachtungsvoll
München, 24. 8. 1900. **Brauerei z. Franziskanerkeller.**

Verschiedene Industriezweige.

Herrn **W. F. L. Beth, Lübeck.**
Mit der von Ihnen s. Z. (1897) gelieferten Entstaubungsanlage für unsere Korkmühlen sind wir bis heute **sehr zufrieden,** und werden bei Bedarf gern auf Ihre Firma zurückkommen. Hochachtend
Hamburg Billwärder a. B, 14. 7. 1900. **Nafzger & Rau.**

Herrn **W. F. L. Beth, Lübeck.**
Im Besitz Ihres Geehrten vom 5. d. M. erwidern wir Ihnen darauf gern, dass wir mit der uns 1897 gelieferten Entstaubungsanlage in **jeder Weise zufrieden** sind, dieselbe hat sich seit drei Jahren **bewährt.**
Hochachtend
Celle, 14. 7. 1900. **A. Haacke & Co.**

Herrn **W. F. L. Beth, Lübeck.**
Ihrem Wunsche nachkommend, bezeugen wir Ihnen hiermit gerne, dass die von Ihnen gelieferte Entstaubungs- und Staubsammel-Anlage für unsere Aussiger Reismühlen unsere volle Zufriedenheit gefunden hat. Die Apparate arbeiten tadellos, das dazu verwandte Material ist von bester Beschaffenheit und die ganze Anlage in jeder Weise zweckentsprechend. Hochachtungsvoll
Hamburg, 27. 8. 1900. **Nordd. Reismühle m. b. H.**

Herrn **W. F. L. Beth, Lübeck.**
Im Besitz Ihres Geehrten vom 6. d. M. bestätige ich Ihnen hiermit **gern,** dass ich mit der von Ihnen 1899 gelieferten Entstaubungsanlage **vollständig zufriedeng stellt** bin und werde Ihre w. Firma bei Gelegenheit empfehlen. Hochachtungsvoll
Harburg a. E., 17. 7. 1900. **Maschinenfabr. H. Eddelbüttel.**

Herrn **W. F. L. Beth, Lübeck.**
Im Besitz Ihrer gefl. gestrigen Zuschrift teilen wir Ihnen mit, dass die uns 1898 gelieferte Entstaubungsanlage zu **unserer Zufriedenheit** functionirt und gestatten Ihnen gern, dass Sie unsere Firma als Referenz aufgeben.
Hochachtend
Einsiedel b. Chemn. 21. 7. 1900. **Sächs. Korkstein u. Isolirmittel-Fabr.**

Herrn **W. F. L. Beth, Lübeck.**
Zufolge Ihrer werten Zeilen vom 6. d. bestätige ich Ihnen **mit Vergnügen,** dass die von Ihnen im Anfang dieses Jahres aufgestellte Entstaubungsanlage seitdem zu meiner **vollen Zufriedenheit** functionirt. Hochachtend
Nürnberg, 17. 7. 1900. **Schwanhäusser.**

Herrn **W. F. L. Beth, Lübeck.**
In Beantwortung Ihrer gefl. Anfrage vom 5. cr. teilen wir Ihnen mit, dass wir mit der uns s. Z. (1897) gelieferten Entstaubungsanlage **befriedigende Resultate** erzielt haben. Die Anlage ist jedoch bei dem uns im November 1898 getroffenen Brandunglück vollständig zerstört und beim Wiederaufbau unserer Fabrik haben wir eine ganz andere Arbeitsweise eingeführt, als wir früher besassen. Hochachtungsvoll
Freilstedt, 16. 7. 1900. **Nordd. Zucker-Raffinerie.**

Herrn **W. F. L. Beth, Lübeck.**
Im Besitz Ihres werten Schreibens vom 6. d. M. nahm ich von dessen Inhalt Kenntniss und theile Ihnen erg. mit, dass die von Ihnen 1899 hergestellte Entstaubungsanlage **zu meiner Zufriedenheit** hergestellt worden ist und **tadellos functionirt.** Hochachtungsvoll
Schweidnitz, 17. 7. 1900. **H. Geisler's Eisenwerk.**

Herrn **W. F. L. Beth, Lübeck.**
Im Besitz Ihres Geehrten vom 6. cr. freut es uns, Ihnen mitteilen zu können, dass die von Ihnen 1898 gelieferte Entstaubungsanlage zu unserer **vollen Zufriedenheit** functionirt und dass dieselbe unseren **Erwartungen entsprochen** hat. Hochachtungsvoll
Strassburg i. E., 17. 7. 1900. **Adler & Oppenheimer, Lederf. A.-G.**

Herrn **W. F. L. Beth, Lübeck.**
Wir teilen Ihnen hierdurch mit, dass wir mit der uns 1899 gelieferten Entstaubungs-Anlage **zufrieden** sind u. werden Sie bei Gelegenheit empfehlen.
Hochachtend
Strassburg i. E., 16. 7. 1900. **Dreyfus frères.**

Herrn **W. F. L. Beth, Lübeck.**
Die uns vor einigen Jahren (1893) gelieferte Entstaubungsanlage hat sich bis heute **recht gut** bewährt und können wir Ihnen unsere **volle Zufriedenheit** über deren Functionirung aussprechen, denn bis heute hat dieselbe **noch keiner Reparatur bedurft.** Hochachtungsvoll
Strassburg i. E., 11. 7. 1900. **Herrenschmidt & Co.**

Herrn **W. F. L. Beth, Lübeck.**
Wir theilen Ihnen hierdurch gern mit, dass wir mit der von Ihnen 1897 ausgeführten Entstaubungs-Anlage für einen Lumpensortirsaal **durchaus zufrieden** sind und mit dem Gedanken umgehen, für unseren zweiten Lumpen-Sortirsaal eine gleiche Anlage machen zu lassen.
Mit Hochachtung ergebenst
Eichberg b. Schildau 16. 7. 1900. **Eichberger Papier-Fabrik.**

Herrn **W. F. L. Beth, Lübeck.**
Die von Ihnen 1899 bezogene Entstaubungsanlage functionirt fortgesetzt **tadellos!** Wir sind in **jeder Beziehung** mit derselben **zufrieden** und Sie dürfen unserer Empfehlung sicher sein. Mit Hochachtung
Schweidnitz i. Schl., 16. 7. 1900. **Gebr. Herbich.**

Herrn **W. F. L. Beth, Lübeck.**
In höfl. Beantwortung Ihres Geehrten vom 6. d. M., in dessen Besitz wir erst heute gelangten, theilen wir Ihnen hierdurch mit, dass die uns 1898 gelieferte Entstaubungsanlage zu unserer **vollsten Zufriedenheit** functionirt.
Hochachtungsvoll
Tannhausen, 16. 7. 1900. **Meyer Kauffmann.**

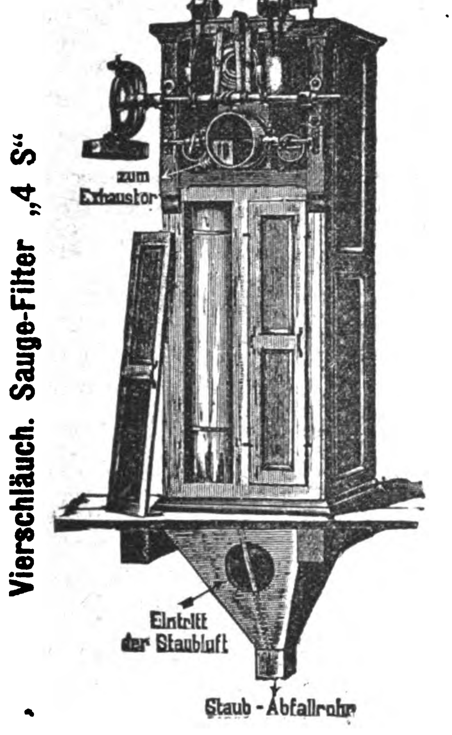
Herrn **W. F. L. Beth, Lübeck.**
Antwortlich Ihres Werthen vom gestrigen Tage theilen wir Ihnen höfl. mit, dass wir mit der uns s. Z. (1897) für West-Australien gelieferten Entstaubungs- und Staubsammel-Anlage vollständig befriedigende Resultate [illegible] haben, so lange der Staub trocken war. Hochachtungsvoll
Hamburg, 18. 7. 1900. **Pape, Henneberg & Co.**

Herre **W. F. L. Beth, Lübeck.**
Auf Ihr werthes Schreiben vom 5. ds. theilen wir Ihnen gerne mit, dass die Wirkung der von Ihnen 1897 bezogenen Entstaubungsanlage eine **sehr gute** ist. Hochachtungsvoll
Neusalz a. O., 18. 8. 1899. **J. D. Gruschwitz & Söhne.**

Ausserdem zu Diensten viele Anerkennungsschreiben aus der keramischen und Mühlen-Industrie.

W. F. L. Beth, Lübeck.

Conisch- oder Stirnradbetrieb. Geringer Kraftverbrauch.
Vierschläuch. Sauge-Filter „4 S“



Patent-„Beth-Filter.“

(Schlauch-Staub-Sammler) mit autom. Abreinigung.

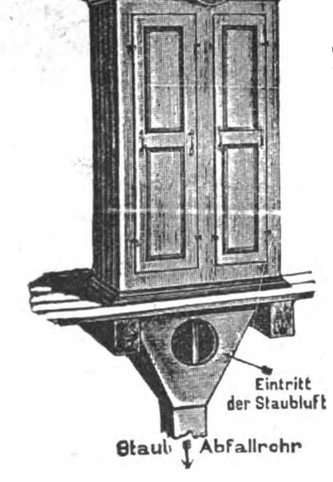
Die Saugeschlauchfilter werden in 7 verschiedenen Grössen, in eisernem oder Holzgehäuse gebaut und eignen sich erwiesenermassen ausgezeichnet zur Filtrirung der Staubluft bei allen in Frage kommenden Industriezweigen, wie zum Sammeln des Staubes. Die Staubquellen werden unterhalb des Filters dem Staubrumpf, ein an passender Stelle zu platzirender Exhaustor dem Saugestutzen am Kopf des Filtergehäusesangeschlossen und zwar in geeigneter Weise durch Holz- oder Blechrohrleitungen. Die automatische Abreinigung der Schläuche geschieht wiederkehrend alle 8–10 Minuten bei je 1–2 Schläuchen z. Z. und dauert jedesmal ca. 1/2 Minute. Der gewonnene Staub fällt in Säcke oder wird in anderer Weise abgefangen.

NB. Der im Prospectbild unter dem Filter rumpfförmig conisch gezeichnete Staubabfang, welcher, von örtlichen Verhältnissen abhängig, nicht mit im Preise liegt, kann auch mit Schnecke oder Schubkästen etc. eingerichtet werden.

Maasse Millimeter.

№ (Schlauchzahl)	Gehäuse Tiefe	Gehäuse Breite	Gehäuse Höhe	Antriebscheibe			Normal-Preise bis 3 m Höhe	Normal-Preise pr. dcm. Höhe mehr	Die Preise ändern sich je nach Höhe u. abweichender Anordnung.
2 S.	560	1020	Den örtlichen Verhältnissen entsprechend.	380 Durchmesser 70 Breite	50 Touren per Min.	Kraftbedarf 1/10 PS.		2 pr. Cent.	
4 S.	990	1020							
6 S.	1265	1020							
8 S.	990	1972							
12 S.	990	2924							
16 S.	990	3876							
20 S.	990	4828							

Zweischl. „Beth“-Filter. „2 s.“



Nebenstehendes

„Beth-Filter“ (Schlauch-Staub-Sammler) m. automat. Abreinigung einfacher Construction

eignet sich zur Sammlung des Staubes für kleine Betriebe, speciell überall da, wo entweder die Staubquellen entfernt, in verschiedenen Räumen liegen oder wo der Staub der einzelnen kleinen Staubquellen nicht in ein Filter gehen darf. Man ist jedoch in der Lage, wenn die Entfernungen es gestatten, für sämmtliche Staubquellenarten einen Exhaustor zu verwenden

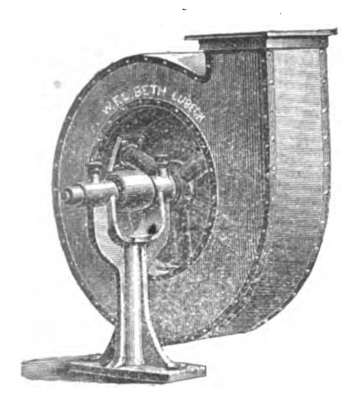
NB. Der im Prospectbild unter dem Filter rumpfförmig conisch gezeichnete Staubabfang, welcher, von örtlichen Verhältnissen abhängig, nicht mit im Preise liegt, kann auch mit Schnecke oder Schubkästen etc. eingerichtet werden.

№ (Schlauchzahl.)	Dimensionen des Gehäuses Höhe	Breite	Tiefe	Antriebscheibe Durchmesser	Breite	Touren	Preis bei 2 m. ganz. Höhe ℳ	Preis per dcm Höhe mehr	Kraftbedarf 1/20 PS
2 s.	1700	985	510	250	30	50	250	4 %	
4 s.	1700	985	935				400		

Geräuschlose Exhaustoren

in drehbarem Eisenblechgehäuse mit Stahlachse, langen Compositionslagern für Oel- oder Dickfettschmierung.

Dimensionen, Leistung und Preise.



NB. Die Drehbarkeit des Gehäuses ermöglicht bei beliebiger Anbringung den bequemen Anschluss der Windrohrleitung.

Maasse Millimeter.

Zeichen (№)	Flügeldurchmesser	Antriebscheibe Durchmesser	Antriebscheibe Breite	Antriebscheibe Touren per Min. äusserst	Gewicht Kilo ca.	Kraftbedarf	Durchmesser d. Saugerohrleitung	Preis ab Bahnhof Lübeck ℳ		Leistung cbm. Luft per Min. ca.
A 1	300	60	60	2700	25	je nach den Vacuum-Verhältnissen.	125	70	Die Preise erhöhen sich bei extra starker Ausführung um 20%.	35
A 2	400	90	80	2000	50		175	100		60
A 3	500	120	100	1600	80		230	150		120
A 4	650	140	110	1250	140		300	200		220
A 5	750	160	120	1050	170		350	250		250
A 6	900	200	140	900	240		400	400		370
A 7	1100	250	160	725	420		500	600		520
A 8	1350	300	180	600	720		600	850		750
A 9	1500	350	200	530	1220		700	1000		1000

des Ofens ist mit einer Hand bequem zu handhaben; der Ofen steht in jeder Lage völlig fest und hat einen einfachen, praktischen Rost, welcher während des Giessens ohne Störung gereinigt werden kann, falls dies (z. B. bei Verwendung aschenreichen Koks) nötig ist. Der Ofen wird mit verschiedenen bewährten Vorwärmern versehen, welche den zu schmelzenden Metallen in Art und Form angepasst sind, eine nicht unwesentliche Ausnutzung der Abhitze ergeben und von 2 Mann leicht auf- und abgehoben werden; er lässt sich leicht so treiben, dass eine Veränderung des Schmelzgutes durch die aufsteigenden Gase nicht eintritt.

Die einfache Konstruktion, die bequeme Handhabung des ringsum frei zugänglichen Ofens, die der Gesundheit des Arbeiters nicht schädliche Arbeitsweise, der gute Ofengang und die Sicherheit des Betriebes, sowie die noch von keinem Konkurrenzsystem erreichte hohe Leistungsfähigkeit und Ersparnis an Brennmaterial, Tiegeln, Zeit und Arbeit haben in weitesten Kreisen höchste Anerkennung gefunden.

Baumannöfen haben unter Anderem folgende Firmen in Betrieb:

Fried. Krupp	**Essen**	12	Stück
Carl Berg, Metallhüttenwerk	**Eveking (Westfalen)**	3	„
Kaiserliche Werft	**Wilhelmshaven** und **Danzig** je	1	„
Schuckert's Werke	**Berlin**	1	„
Schiffs- und Maschinenbauanstalt „Germania"	**Tegel bei Berlin**	2	„
A. Borsig	**Berlin-Tegel**	3	„
Peter Langen Sohn, Metallgiesserei	**Duisburg a. Rh.**	2	„
Berger-Andrée, Maschinenfabrik	**Thann (Elsass)**	1	„
de Dietrich & Co.	**Niederbronn (Elsass)**	3	„
Les Petits-Fils de Fois de Wendel & Co.	**Hayingen**	3	„
Elektrizitäts-Aktien-Gesellschaft vorm. W. Lahmayer & Co.	**Frankfurt a. M.**	2	„
Oberschlesische Eisenindustrie-Aktien-Gesellschaft	**Gleiwitz**	3	„
Maschinenbaugesellschaft Nürnberg	**Nürnberg**	1	„
Kgl. Centralwerkstätte	**Weiden i. Oberpfalz**	1	„
Elektrizitäts-Aktiengesellschaft vorm. Schuckert & Co.	**Nürnberg**	4	„
Justus Christian Braun, Maschinenfabrik	**Nürnberg**	2	„
H. Krom, Metallgiesserei	**München**	1	„
Masch.- u. Armaturenfabrik vorm. Klein, Schanzlin & Becker	**Frankenthal**	2	„
Kgl. Geschützgiesserei	**Ingolstadt**	1	„
Kgl. Hauptlaboratorium	**Ingolstadt**	2	„
Ch. G. Wellner, Sächsische Messingwerke	**Rodewisch**	1	„
Kupferwerke Deutschland	**Oberschönweide**	1	„
Sächsische Maschinenfabrik vorm. Rich. Hartmann	**Chemnitz**	3	„
Richard Weidner, Armaturenfabrik	**Leipzig**	2	„
Sächsisch-Anhaltische Armaturenfabrik	**Bernburg**	3	„
Wieland & Co., Messingwerke	**Ulm a. D.**	5	„
Kgl. Lokomotivwerkstätte	**Aalen**	1	„
Paul Stotz, Kunstgiesserei	**Stuttgart**	3	„
E. Deffner, Metallwarenfabrik	**Esslingen a. N.**	1	„
B. Ketterer, Uhrenfabrik	**Furtwangen**	1	„
Grossherzogl. Hauptwerkstätte	**Karlsruhe i. B.**	1	„
Heinrich Lanz, Maschinenfabrik	**Mannheim**	2	„
Bopp & Reuther, Armaturenfabrik	**Mannheim**	2	„
Gebrüder Sulzer, Maschinenfabrik	**Winterthur**	3	„
Schweizerische Lokomotiv- und Maschinenfabrik	**Winterthur**	2	„
Centralwerkstätte der Gotthardbahn	**Bellinzona**	1	„
Maschinenfabrik Oerlikon	**Oerlikon**	2	„
Escher, Wyss & Co., Maschinenfabrik	**Zürich**		„
Brown, Boveri & Co., A.-G.	**Baden (Schweiz)**	2	„
Skodawerke, Aktien-Gesellschaft	**Pilsen**	2	„
usw.	usw.		

Vereinigte Maschinenfabrik Augsburg und Maschinenbaugesellschaft Nürnberg A.-G.

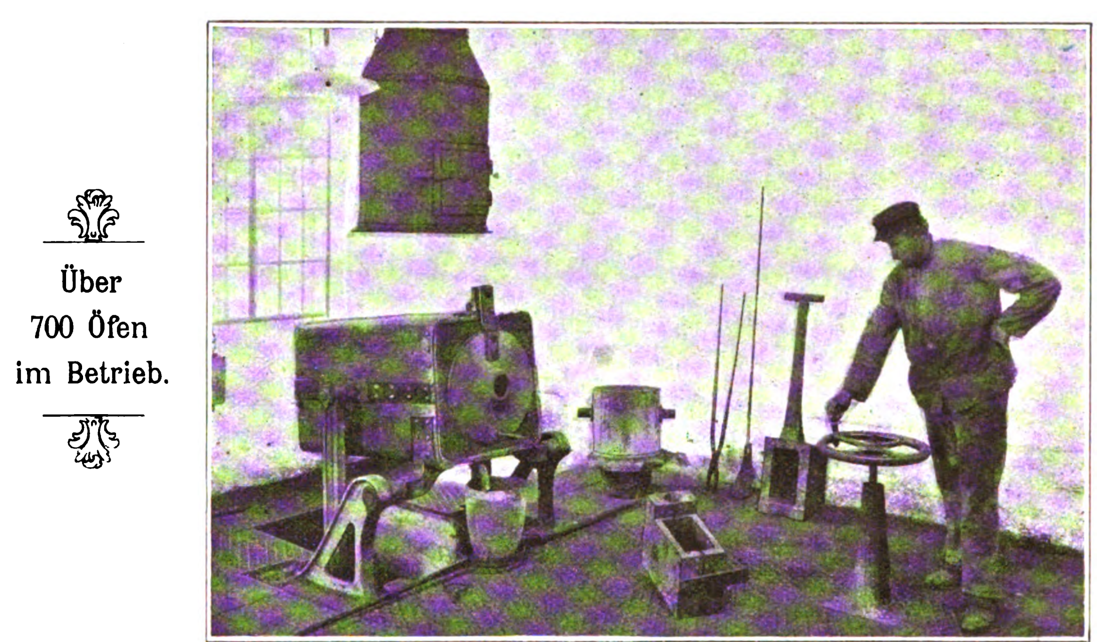
Besteht seit 1841. **Werk Nürnberg.** 8000 Arbeiter.

Tiegelschmelzofen

System Baumann

D. R.-P 53943, 67044 und 71550, sowie verschiedene Gebrauchsmuster.

Über 700 Öfen im Betrieb.





Tiegel halten bis zu 90 Güssen aus.



Zum Schmelzen von Kupfer Bronze, Messing (in Blöcken, Masseln, oder Spänen), sowie strengflüssigen Metallen.

Betriebsresultate des Ofens:

Koksverbrauch: 12—20 kg, für 100 kg Einsatz.
Windverbrauch: etwa 20 cbm in der Minute bei 6—18 cm Wassersäule.
Schmelzdauer: 15—30 Minuten für 100 kg Einsatz.
Tiegel halten 35—40 Schmelzungen aus. Bei Anwendung der Baumann'schen Tiegelschutzmasse kann die Anzahl der Schmelzungen aus einem Tiegel bis auf 60 und mehr im Mittel erhöht werden.

Preise für die Öfen und Apparate werden auf Wunsch sofort abgegeben.

Die Tiegelschmelzofen, System Piat-Baumann, weisen in ihrer neuen Konstruktion die grösste Einfachheit auf. Der Tiegel bleibt beim Giessen im Ofen und wird mit diesem gehoben und gekippt; ein Verschieben des Tiegels hierbei ist völlig ausgeschlossen. Die Vorrichtung zum Heben und Kippen

Schaeffer & Budenberg,

Maschinen- und Dampfkessel-Armaturenfabrik,

Magdeburg-Buckau.

Filialen: Manchester, London, Glasgow, New-York, Paris, Lille, Mailand, Lüttich, Hamburg, Zürich.



General-Depôts: Wien, Prag, St. Petersburg, Stockholm, Berlin.

Original-Restarting-Injector. Ueber 95 000 Stück im Betriebe. Beste Speisevorrichtung für stationäre Kessel und Locomotiven. Unempfindl. gegen Stösse und Eintreten v. Luft in die Saugeleitung.

Indikatoren nach d. bewährten System Thompson. Die Hebelanordnung bildet in sich, ohne Abhängigkeit v. d. Kolbenstangenf. eine fast vollkommene Gradführung und die b. stillstehendem Papiercylinder gezeichn. Verticalen zeigen keine sichtbar. Abweichungen im Vergleich m. d. Lineal.



Stahlgussventile.

Schwungradlose Dampfpumpen Pat. W. Voit.

Ferner **Manometer** und **Vacuummeter** jeder Art; über 2250000 Stück verkauft. Hähne u. Ventile in jeder Ausführung, Sicherheits-Ventile, Condensationswasser-Ableiter, Buss-, Vierpendel- u. Exact-Regulatoren, Schmierapparate neuester Constr., Injectoren, Elevatoren, Hub- u. Rotationszähler etc.

Illustrirte Cataloge gratis und franco.

Badische Maschinenfabrik

(Seboldwerk)

Durlach, Baden

empfiehlt:

Giessereimaschinen jeder Art und complete Anlagen. **Formmaschinen** bis zu den grössten Dimensionen.

Ziegeleimaschinen u. compl. Anlagen: Walzwerke, Thonschneider, Ziegelpressen etc. etc.

Zerkleinerungsmaschinen und complete Einrichtungen für Kalk-, Gyps-, Cement-, Glas-, Thonwaaren- und chem. Industrie.

Maschinen und complete Anlagen zur Zündhölzerfabrikation.

Filterpressen, System Beeg, für Zuckerfabriken, Brauereien, Hefefabriken, chem. Fabriken etc.

Specialmaschinen und complete Einrichtungen für Gerbereien u. Lederfabriken.

Allererste Referenzen laut Catalog.

Beispiellos sind die Erfolge

der



Hebezeug-Fabrik Gebr. Bolzani,

Berlin N. 4, Invalidenstrasse 118,

mehr als

41,000 Hebezeuge

wurden nachweisbar seit ca. 7¾ Jahren von ihr bezogen!

Aeusserst prompte Bedienung — mässigste Preise für höchstklassiges Fabrikat — **grösste, dauernde Sicherheit beim Arbeiten** mit Bolzani-Hebezeugen infolge der sinnreichen, patentierten, vorzüglichen Bremsen daran machen den von keiner anderen Hebezeug-Fabrik in gleicher Zeit auch nur annähernd erreichten Absatz erklärlich.

Specialität:

Schrauben-Flaschenzüge mit „Maxim"-Bremskuppelung.
Zahnrad- " " „Victoria"- "
Laufkatzen, Laufwinden.
Krahne für Hand- und elektrischen Betrieb u. s. w.

Man fordere den technisch wertvollen neuen Katalog im eigenen Interesse.

1898 Staats-Medaille München.

Rather Dampfkesselfabrik

vorm. **M. Gehre,** Aktiengesellschaft

Rath bei Düsseldorf

baut und liefert in saubester Ausführung bei mässigen Preisen und in kürzester Zeit:

Wasserrohrkessel,

Patent Gehre mit Dampfüberhitzer,

Cornwallkessel,

Rauchröhrenkessel,

stehende Kessel,

combinirte Kessel etc.,

genietete und geschweisste Apparate,

sowie sämmtliche

Kesselschmiede- u. Schweissarbeiten.

Ernst Petzold jun., Chemnitz

Drahtbürsten-Fabrik

Man verlange Preisliste.



Rauchlose automat. *Kesselfeuerung* für alle Systeme geeignet, mit vollständigster Wärmeausnutzung der abgeh. Fuchsgase bei Kaminbau Ersparung liefert, eventl. in Verbindung mit Trockenanlagen Cummers Pat. Trockner Ges. m. b. H. Hamburg U.

Erste Referenzen.



Telephon Nr. 798.



Präcisions-Reisszeuge.

Rundsystem.

Pat. Ellipsographen, Schraffirapparate etc.

Clemens Riefler,

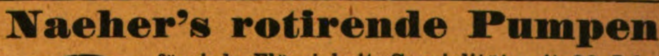
Fabrik math. Instrumente.

Nesselwang u. München (Bayern).

Gegründet 1841.

Paris 1900 Grand Prix.

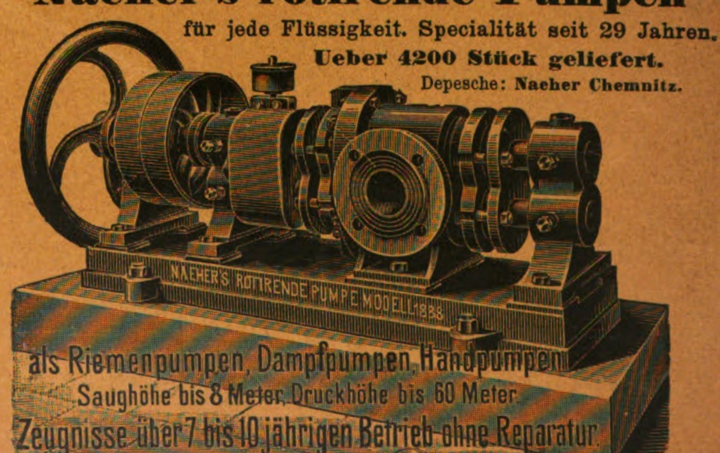
Illustrirte Preislisten gratis.



für jede Flüssigkeit. Specialität seit 29 Jahren.

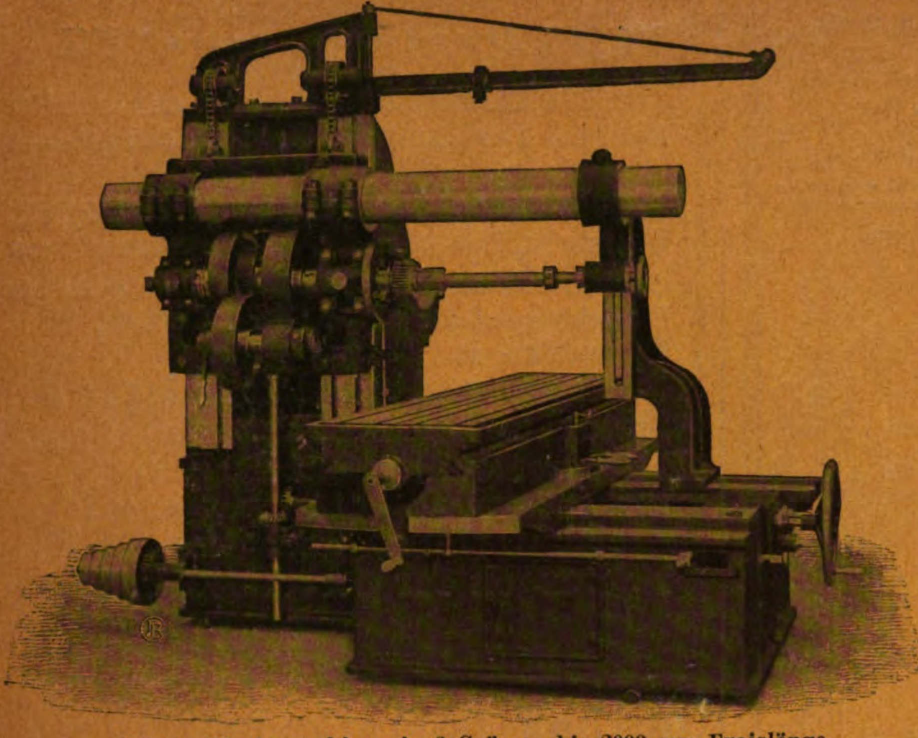
Ueber 4200 Stück geliefert.

Depesche: Naeher Chemnitz.



J. E. Naeher, Maschinenfabrik, **Chemnitz,** Sachsen, Beckerstr.

J. E. Reinecker, Chemnitz-Gablenz



Universalfraismaschinen in 6 Grössen bis 2000 mm Fraislänge.

liefert in bester Ausführung und Construction:

Werkzeuge: Schneidkluppen u. Gewindebohrer für Schrauben- und Rohrgewinde, Reibahlen, Spiralbohrer, Caliberbolzen und Ringe, Richtplatten, Lineale, Winkel, **hinterdrehte Fraiser aller Art.**

Maschinen: Universal-, Plan- und Verticalfraismaschinen, Rundschleifmaschinen, Werkzeugschleifmaschinen, Drehbänke in vollendetster Construction.

Complete Einrichtungen von unübertroffener Leistungsfähigkeit zur Fabrikation von: hinterdrehten Fraisern, Schneidbohrern, Spiralbohrern, ferner: vorzügliche Specialmaschinen zum Fraisen von **Schneckenrädern** und **Schnecken.**

Zahl der Arbeiter 1150 }
Zahl der Maschinen 760 } Ende 1899.

Cataloge und Referenzlisten über Werkzeuge und Maschinen werden kostenfrei zugesandt.

Pariser Weltausstellung 1900: Grand Prix.

Gasmotoren-Fabrik Deutz, Köln-Deutz



Otto's neuer Motor für Gas, Benzin u. Petroleum in Grössen von 1/2—1000 Pferdekräften.

Circa 55 000 Maschinen mit über 260 000 Pferdekräften in Betrieb.

230 Medaillen und Diplome, wovon 18 Staats-Medaillen.
Prospekte und Kostenanschläge kostenfrei.



Gelochte Bleche, jeder Art.
Gel. Stahlbleche bis 25 m/m Dicke

Dillinger Fabrik Gelochter Bleche
Franz Méguin & Co.
Dillingen-Saar.

Gall'sche Gelenkketten, Tragkraft bis zu 100 000 Kilo.

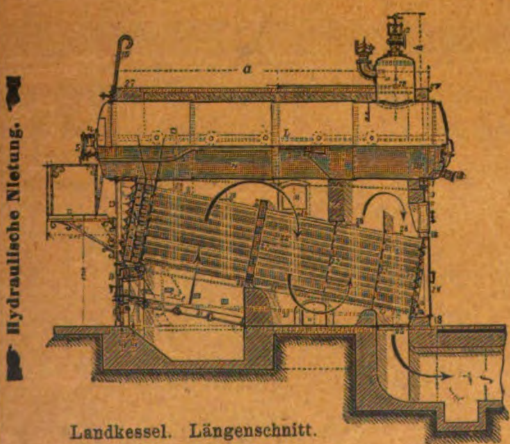
Waffelbleche. Ankerscheiben u. Segmente. Siebtrommeln. **Separations-Anlagen u. Wäschen.**

Jllustr. Preislisten frei.

F. HAUSSMANN X.A. DARMSTADT.

Weltausstellung Paris 1900: I goldene Medaille 2 silb. Medaillen!

DÜRR-KESSEL
für Land- und Schiffszwecke.



Landkessel. Längenschnitt.

Röhren-Dampfkessel

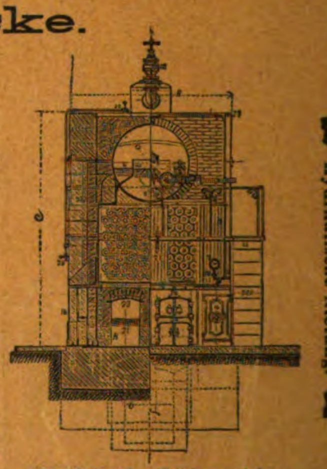
bewährter Construction, mit vollständig getrennter Wasser- und Dampf-Circulation. Patentirt in allen grösseren Staaten Europas.

Referenzen erster Firmen.

Eingeführt bei der **Kriegs- und Handelsmarine.**

Speisewasser-Vorwärmer

patentirter Construction in allen Grössen bei höchstem Nutzeffect.



Landkessel. Vorderansicht.

Düsseldorf-Ratinger Röhrenkesselfabrik vormals Dürr & Co.
in **Ratingen** bei **Düsseldorf.**

Grösste und leistungsfähigste Röhrenkesselfabrik Deutschlands.

Druck der Union Deutsche Verlagsgesellschaft in Stuttgart.

